



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA

**“Distribución y abundancia de dinoflagelados y su relación con las variables fisicoquímicas en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de: BIÓLOGA

AUTOR:  
**Mirabá González Katherine Isabel**

TUTOR:  
**Blgo. Carlos Andrade Ruíz, MSc.**

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA  
ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA

**“Distribución y abundancia de dinoflagelados y su relación con las  
variables fisicoquímicas en la zona marina del Área Nacional de  
Recreación Playas Villamil”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

**Mirabá González Katherine Isabel.**

TUTOR:

**Blgo. Carlos Andrade Ruíz, MSc.**

LA LIBERTAD – ECUADOR

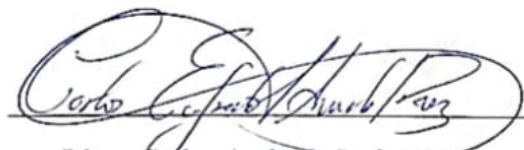
2026

UPSE

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, "DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE DINOFLAGELADOS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LA ZONA MARINA DEL ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN PLAYAS VILLAMIL", elaborado por MIRABÁ GONZÁLEZ KATHERINE ISABEL estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente:



Blgo. Carlos Andrade Ruiz M.Sc.

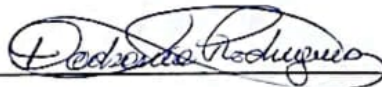
**DOCENTE TUTOR**

**C.I. 0910798750**

## **DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA**

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular "Distribución y abundancia de dinoflagelados y su relación con las variables fisicoquímicas en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil", elaborado por Mirabá González Katherine Isabel, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Blga. Dadsania Rodríguez Moreira M.Sc.

**DOCENTE DE ÁREA**

**C.I. 0913042008**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación previa a la obtención del título de bióloga está dedicada en primer lugar a Dios, fuente de sabiduría y resiliencia en cada paso de este camino.

De manera especial a mis padres, Rolando Mirabá Muñoz y Rita González Ramírez, pilares fundamentales y quienes jamás me dejaron sola al brindarme su apoyo en todo momento, creyendo en mí incluso en los momentos de duda. A mis hermanos, Joel, Fabián y Rita Mirabá González, por su compañía constante, a mi abuelita Eudosia, cuya presencia amorosa ha sido faro y refugio.

A quienes ya no están, pero dejaron una huella imborrable en mi corazón;  
Maximiliana Ramírez y Clara González.

A Toby y O. Crash, por recordarme que el apoyo y compañía también se encuentran en los pequeños seres que alegran la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a las autoridades y docentes de la Facultad de Ciencias de Mar por liderar el proceso de mi formación académica. Al Blgo. Carlos Andrade Ruiz, MSc., por su valiosa orientación y guía durante el desarrollo de esta investigación.

Al jefe administrativo, Ing. Saily Hernández y guardaparques del Área Nacional de Recreación Playas Villamil (ANRPV), en particular, al Mv Antonio Ampuño por su colaboración y apoyo logístico durante el trabajo de campo.

Al Blgo. Joan Suárez y Bélgica Santiana, por su acompañamiento en los monitoreos e identificación taxonómica, su disposición constante, paciencia y apoyo fueron esenciales para culminar con firmeza este proceso.

Agradezco al Blgo. Xavier Piguave y a quienes me ofrecieron su colaboración durante el desarrollo de esta investigación, cuya asistencia fue fundamental para la ejecución de actividades claves en campo y laboratorio. Al igual que a la Blga. Etelvina Vera por la validación de especies de dinoflagelados encontrados en el área de estudio.

A todos mis familiares, amigos y conocidos, gracias por contribuir de alguna u otra manera a este logro.

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Mirabá González Katherine Isabel** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 10 de diciembre de 2025



---

**Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc**  
**DIRECTOR DE CARRERA**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



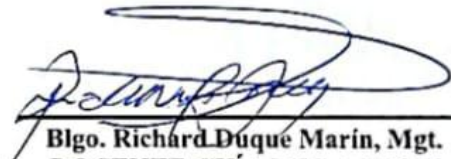
---

**Blga. Dadsania Rodríguez Moreira, M.Sc**  
**DOCENTE DE ÁREA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

**Blgo. Carlos Andrade Ruiz, M.Sc**  
**DOCENTE TUTOR**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

**Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.**  
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

**Lcdo. Pascual Roca Silvestre, Mgtr.**  
**SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **Mirabá González Katherine Isabel**, estudiante de la Carrera de Biología, declaro que el Trabajo de Integración Curricular, cuyo título es:

**“Distribución y abundancia de dinoflagelados y su relación con las variables fisicoquímicas en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil”** corresponde exclusiva responsabilidad de la autora por las ideas, datos, investigaciones y resultados que se presentan y pertenece al patrimonio intelectual de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente,

Katherine Mirabá

**Katherine Isabel Mirabá González**

**C.I. 2450263864**

## Índice general

RESUMEN .....	I
1 INTRODUCCIÓN .....	2
2 JUSTIFICACIÓN.....	4
3 OBJETIVO GENERAL .....	6
4 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	6
5 HIPÓTESIS .....	7
6 MARCO TEÓRICO .....	8
6.1 Características generales de dinoflagelados .....	8
6.2 Dinoflagelados atecados.....	9
6.3 Dinoflagelados tecados.....	9
6.4 Hábitat .....	10
6.5 Alimentación.....	11
6.6 Reproducción .....	12
6.7 Clasificación de dinoflagelados.....	13
6.7.1 Género <i>Ceratium</i> .....	13
6.7.2 Género <i>Dinophysis</i> .....	15
6.7.3 Género <i>Protoperidinium</i> .....	15
6.7.4 Género <i>Pyrophacus</i> .....	16
6.7.5 Género <i>Ceratocorys</i> .....	17
6.7.6 Género <i>Ornithocercus</i> .....	18
6.8 Factores fisicoquímicos del ecosistema marino .....	19
7 MARCO LEGAL.....	20
8 METODOLOGÍA .....	22
8.1 Diseño de estudio .....	22
8.2 Área de estudio.....	22
8.3 Fase de campo: .....	24
8.3.1 Obtención de muestras .....	24
8.3.2 Preservación de muestras .....	25
8.4 Variables fisicoquímicas .....	26

8.5	Fase de laboratorio .....	26
8.5.1	Análisis microscópico .....	26
8.6	Índices ecológicos .....	27
8.7	Análisis estadísticos .....	29
9	RESULTADOS .....	30
9.1	Densidad poblacional de agosto .....	30
9.1.1	Arrastres superficiales.....	30
9.1.2	Arrastres verticales .....	33
9.2	Densidad poblacional de septiembre .....	37
9.2.1	Arrastres superficiales.....	37
9.2.2	Arrastres verticales .....	40
9.3	Densidad poblacional de octubre.....	44
9.3.1	Arrastres superficiales.....	44
9.3.2	Arrastres verticales .....	47
9.4	Prueba de normalidad.....	50
9.5	Distribución superficial y vertical de agosto. ....	51
9.6	Distribución superficial y vertical de septiembre .....	52
9.7	Distribución superficial y vertical de octubre.....	55
9.8	Estructura comunitaria de agosto .....	57
9.8.1	Arrastres superficiales.....	57
9.8.2	Arrastres verticales .....	59
9.9	Estructura comunitaria de septiembre .....	61
9.9.1	Arrastres superficiales.....	61
9.9.2	Arrastres verticales .....	62
9.10	Estructura comunitaria de octubre.....	64
9.10.1	Arrastres superficiales.....	64
9.10.2	Arrastres verticales .....	65
9.11	Análisis de similitud (ANOSIM) de arrastres superficiales. ....	67
9.12	Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) superficial.....	67
9.13	Análisis de Correlación Canónica (CCA) superficial.....	68
9.14	Análisis de similitud (ANOSIM) de arrastres verticales. ....	70

9.15 Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) vertical .....	71
9.16 Análisis de Correlación Canónica (CCA) vertical.....	72
10 DISCUSIÓN .....	75
11 CONCLUSIONES .....	79
12 RECOMENDACIONES .....	81
13 BIBLIOGRAFÍAS.....	82
14 ANEXOS.....	91

### Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Morfología externa de dinoflagelados .....	9
<b>Figura 2.</b> Diferencias morfológicas en células de dinoflagelados (atecadas y tecadas).....	10
<b>Figura 3.</b> Ciclo de vida de dinoflagelados.....	13
<b>Figura 4.</b> Esquema de la vista dorsal de especie del género <i>Ceratium</i> . .....	14
<b>Figura 5.</b> Dinophysis en vista lateral derecha. ....	15
<b>Figura 6.</b> Morfología del género <i>Protoperidinium</i> .....	16
<b>Figura 7.</b> <i>Pyrophacus horologium</i> .....	17
<b>Figura 8.</b> <i>Ceratocorys horrida</i> .....	18
<b>Figura 9.</b> Morfología de género <i>Orthinocercus</i> .....	19
<b>Figura 10.</b> Estaciones de muestreo en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil. ....	23
<b>Figura 11.</b> Técnica de arrastre superficial (horizontal) y arrastre vertical .....	25
<b>Figura 12.</b> Densidad superficial de dinoflagelados del primer monitoreo del mes de agosto. ....	31
<b>Figura 13.</b> Densidad superficial de dinoflagelados del segundo monitoreo del mes de agosto.....	33
<b>Figura 14.</b> Densidad vertical de dinoflagelados del primer monitoreo del mes de agosto. ....	35
<b>Figura 15.</b> Densidad vertical de dinoflagelados del segundo monitoreo del mes de agosto.....	37
<b>Figura 16.</b> Densidad superficial de dinoflagelados del primer monitoreo del mes de septiembre .....	38
<b>Figura 17.</b> Densidad superficial de dinoflagelados del segundo monitoreo del mes de septiembre. ....	40

<b>Figura 18.</b> Densidad vertical de dinoflagelados del primer muestreo del mes de septiembre .....	42
<b>Figura 19.</b> Densidad vertical de dinoflagelados del segundo muestreo del mes de septiembre. ....	43
<b>Figura 20.</b> Densidad superficial de dinoflagelados del primer muestreo del mes de octubre.....	45
<b>Figura 21.</b> Densidad superficial de dinoflagelados del segundo muestreo del mes de octubre.....	47
<b>Figura 22.</b> Densidad vertical de dinoflagelados del primer muestreo del mes de octubre.....	48
<b>Figura 23.</b> Densidad vertical de dinoflagelados del primer muestreo del mes de octubre.....	50
<b>Figura 24.</b> Diagrama de cajas y bigotes de arrastres superficiales y verticales del mes de agosto. ....	52
<b>Figura 25.</b> Diagrama de cajas y bigotes de arrastres superficiales y verticales del mes de septiembre. ....	54
<b>Figura 26.</b> Diagrama de cajas y bigotes de arrastres superficiales y verticales del mes de octubre.....	56
<b>Figura 27.</b> Índices ecológicos del primer y segundo muestreo superficial de agosto. ....	58
<b>Figura 28.</b> Índices ecológicos del primer y segundo muestreo vertical de agosto. ....	60
<b>Figura 29.</b> Índices ecológicos del primer y segundo muestreo superficial de septiembre .....	62
<b>Figura 30.</b> Índices ecológicos del primer y segundo muestreo vertical de septiembre .....	63
<b>Figura 31.</b> Índices ecológicos del primer y segundo muestreo superficial de octubre .....	65
<b>Figura 32.</b> Índices ecológicos del primer y segundo muestreo vertical de octubre .....	66
<b>Figura 33.</b> Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) superficial .....	67
<b>Figura 34.</b> Análisis de correlación canónica (CCA) superficial .....	70
<b>Figura 35.</b> Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) vertical .....	71
<b>Figura 36.</b> Análisis de correlación canónica (CCA) vertical .....	73

### Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Ubicación Geográfica de las zonas de muestreo .....	24
<b>Tabla 2.</b> Valoración del índice de diversidad Shannon-Wiener .....	28

<b>Tabla 3.</b> Densidad poblacional y porcentual del primer monitoreo superficial de agosto .....	91
<b>Tabla 4.</b> Densidad poblacional y porcentual del segundo monitoreo de agosto.	92
<b>Tabla 5.</b> Densidad poblacional y porcentual del primer monitoreo vertical de agosto .....	93
<b>Tabla 6.</b> Densidad poblacional y porcentual del segundo monitoreo de vertical de agosto .....	94
<b>Tabla 7.</b> Densidad poblacional y porcentual del primer monitoreo superficial de septiembre.....	95
<b>Tabla 8.</b> Densidad poblacional y porcentual del segundo monitoreo superficial de septiembre .....	96
<b>Tabla 9.</b> Densidad poblacional y porcentual del primer monitoreo vertical de septiembre .....	97
<b>Tabla 10.</b> Densidad poblacional y porcentual del segundo monitoreo vertical de septiembre .....	99
<b>Tabla 11.</b> Densidad poblacional del primer monitoreo superficial de octubre	100
<b>Tabla 12.</b> Densidad poblacional de segundo monitoreo superficial de octubre	101
<b>Tabla 13.</b> Densidad poblacional y porcentual del primer monitoreo vertical octubre .....	102
<b>Tabla 14.</b> Densidad poblacional y porcentual de segundo monitoreo vertical de octubre.....	102
<b>Tabla 15.</b> Parámetros fisicoquímicos del primer monitoreo de agosto.....	103
<b>Tabla 16.</b> Parámetros fisicoquímicos del segundo monitoreo de agosto .....	104
<b>Tabla 17.</b> Parámetros fisicoquímicos del primero monitoreo de septiembre ...	104
<b>Tabla 18.</b> Parámetros fisicoquímicos del segundo monitoreo de septiembre ..	104
<b>Tabla 19.</b> Parámetros fisicoquímicos del primer monitoreo de octubre .....	104
<b>Tabla 20.</b> Parámetros fisicoquímicos del segundo monitoreo de octubre .....	105
<b>Tabla 21.</b> Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) superficial.....	105
<b>Tabla 22.</b> Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) vertical.....	105

### Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> <i>C. dens en cadena</i> .....	106
<b>Anexo 2.</b> <i>D. caudata (A) - C. falcatiforme (B)</i> .....	106
<b>Anexo 3.</b> <i>C. longirostrum</i> .....	107
<b>Anexo 4.</b> <i>C. conicum</i> .....	107
<b>Anexo 5.</b> <i>C. furca var furca</i> .....	108
<b>Anexo 6.</b> <i>C. fusus</i> .....	108
<b>Anexo 7.</b> <i>C. massiliense</i> .....	109
<b>Anexo 8.</b> <i>C. balechii</i> .....	109
<b>Anexo 9.</b> <i>C. trichoceros</i> .....	110

<b>Anexo 10.</b> <i>C. extensum</i> .....	110
<b>Anexo 11.</b> <i>C. declinatum</i> .....	111
<b>Anexo 12.</b> <i>C. candelabrum</i> en cadena .....	111
<b>Anexo 13.</b> <i>P. conicum</i> .....	112
<b>Anexo 14.</b> <i>P. steinii</i> .....	112
<b>Anexo 15.</b> <i>P. oceanicum</i> .....	113
<b>Anexo 16.</b> <i>P. grande</i> .....	113
<b>Anexo 17.</b> <i>O. steinii</i> .....	114
<b>Anexo 18.</b> <i>O. thumii</i> .....	114
<b>Anexo 19.</b> <i>Pyrophacus steinii</i> .....	115
<b>Anexo 20.</b> <i>Ceratocorys horrida</i> .....	115
<b>Anexo 21.</b> Recolección de muestra de dinoflagelados .....	116
<b>Anexo 22.</b> Arrastre vertical de dinoflagelados .....	116
<b>Anexo 23.</b> Arrastre superficial.....	117
<b>Anexo 24.</b> Toma de parámetros fisicoquímicos .....	117
<b>Anexo 25.</b> Identificación microscópica de dinoflagelados .....	118
<b>Anexo 26.</b> Ubicación de formol y tetraborato de sodio a las muestras de dinoflagelados. ....	118
<b>Anexo 27.</b> Permiso de recolección de muestras por parte del ANRPV .....	119
<b>Anexo 28.</b> Certificación de especies otorgada por especialista .....	120
<b>Anexo 29.</b> Permiso otorgado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.....	121

## GLOSARIO

**Dinoflagelados:** Microalgas del fitoplancton con dos flagelos, importantes en la producción primaria marina.

**Fitoplancton:** Organismos fotosintéticos microscópicos que flotan en ambientes acuáticos.

**Flagelo:** Estructura en forma de látigo que permite el movimiento de ciertos microorganismos.

**Teca:** Cubierta rígida compuesta por placas de celulosa que protege a algunos dinoflagelados.

**Epicono:** Parte superior del cuerpo celular en dinoflagelados, especialmente en los atecados.

**Hipocono:** Parte inferior del cuerpo celular en dinoflagelados, complementa al epicono.

**Cíngulo:** Surco transversal donde se aloja uno de los flagelos en los dinoflagelados.

**Surco:** Hendidura longitudinal que alberga el flagelo direccional en los dinoflagelados.

**Arrastre superficial:** Técnica de muestreo horizontal en la superficie del agua para recolectar fitoplancton.

**Arrastre vertical:** Técnica de muestreo desde el fondo hacia la superficie para recolectar organismos marinos.

## **ABREVIATURAS**

**ANRPV:** Área Nacional de Recreación Playas Villamil

**GPS:** Sistema de Posicionamiento Global.

**INOCAR:** Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.

**pi:** Abundancia proporcional de los grupos o especies.

**CCA:** Análisis de Correlación Canónica.

**ANOSIM:** Análisis de similitud

**nMDS:** Escalamiento Multidimensional No Métrico

**Cel/m<sup>3</sup>:** células por metro cúbico

## RESUMEN

Los dinoflagelados son considerados como componentes claves del fitoplancton marino ya que desempeñan un rol fundamental en la productividad primaria y en la dinámica trófica de los ecosistemas acuáticos, por lo que, el objetivo del presente estudio fue determinar la distribución y abundancia de dinoflagelados en relación con variables fisicoquímicas en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil (ANRPV), zona costera protegida de alto valor ecológico. Los resultados evidenciaron variaciones mensuales en la densidad y composición de dinoflagelados alcanzando un total de hasta 4212 cel/m<sup>3</sup> en los muestreos superficiales y 9673 cel/m<sup>3</sup> en los verticales, se destaca la predominancia en especies del género *Ceratium* mismas que obtuvieron correlaciones significativas con las condiciones fisicoquímicas sobre todo temperatura. Los índices ecológicos comprobaron una diversidad media alta con valores de entre 1,85 y 2,58 bits entre ambas técnicas de muestreo y una equitatividad entre las mismas alcanzo un valor de 0.87, además, los bajos valores de dominancia confirmaron su distribución diversa y uniforme. Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk obteniendo datos no paramétricos, en consecuencia, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis, ANOSIM y nMDs, las cuales evidenciaron que no existieron diferencias significativas entre estaciones, destacando la utilidad de los dinoflagelados como bioindicadores de cambios ambientales en ecosistemas marinos.

**Palabras claves:** Dinoflagelados, Área Nacional de Recreación Playas Villamil, parámetros fisicoquímicos, diversidad, equitatividad, baja dominancia.

## ABSTRACT

Dinoflagellates are considered key components of marine phytoplankton as they play a fundamental role in primary productivity and trophic dynamics in aquatic ecosystems. Therefore, the objective of this study was to determine the distribution and abundance of dinoflagellates in relation to physicochemical variables in the marine zone of the Playas Villamil National Recreation Area (ANRPV), a protected coastal area of high ecological value. The results showed monthly variations in the density and composition of dinoflagellates, reaching a total of up to 4212 cells/m<sup>3</sup> in surface samples and 9673 cells/m<sup>3</sup> in vertical samples. The predominance of species of the genus *Ceratium* stands out, which obtained significant correlations with physicochemical conditions, especially temperature. Ecological indices showed a high average diversity with values between 1.85 and 2.58 bits between both sampling techniques, and an evenness between them reached a value of 0.87. In addition, low dominance values confirmed their diverse and uniform distribution. The Shapiro Wilk normality test was performed, obtaining non-parametric data. Consequently, the Kruskal Wallis, ANOSIM, and nMDS tests were applied, which showed that there were no significant differences between stations, highlighting the usefulness of dinoflagellates as bioindicators of environmental changes in marine ecosystems.

**Keywords:** Dinoflagellates, Playas Villamil National Recreation Area, physicochemical parameters, diversity, evenness, low dominance

## 1 INTRODUCCIÓN

Los dinoflagelados son considerados como el grupo más abundante y diverso de microalgas del fitoplancton después de las diatomeas (Parra et al., 2011), forman parte de un grupo de más de 2000 especies pertenecientes al filo Dinophyta desempeñando un fundamental papel ecológico al ser productores primarios en la base de los ecosistemas acuáticos (Monroy & Cruz, 2023). Su principal función es transformar el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en materia orgánica por medio de la fotosíntesis, mejorando el acceso a niveles tróficos más altos en la cadena alimenticia marina (López R, 2019).

El Área Nacional de Recreación Playas Villamil (ANRPV) fue creada mediante Acuerdo Ministerial No. 163 el 5 de septiembre del 2011 y publicado con Registro Oficial No. 631 el 01 de febrero del 2012, posee una extensión de 2.478,12 ha, las cuáles 2.384,95 ha corresponden a la parte marina y 93,17 ha de superficie terrestre que comprende 14 km de playa desde el rompeolas del Hotel Humboldt hacia el norte, hasta el Estero Data de Posorja hacia el sur (MAE, 2021). El 5 de septiembre de 2025 por medio del acuerdo ministerial N.º 2025-59-A, se acuerda ampliar la extensión del ANRPV quedando una superficie total de 17.424,545 ha con el fin de conservar el espacio natural, ecosistemas marinos y costeros (MAATE, 2025).

Los dinoflagelados tienen la capacidad de producir toxinas (Delgado del Villar et al., 2021), y provocar coloraciones en el agua comúnmente conocidas como mareas rojas o florecimientos algales nocivas (FAN) (Gómez, 2006). En Ecuador, según el estudio bibliográfico de Torres G (2015), se registraron 131 eventos de mareas rojas desde 1968 a 2009, causando impactos negativos a las pesquerías, especies marinas y salud humana. La acumulación de toxinas en organismos marinos provoca alteraciones en la biodiversidad e incrementa el riesgo de intoxicaciones en comunidades costeras. Por otro lado, la ausencia de monitoreos limita la capacidad de respuesta frente a estos eventos marinos incrementando el riesgo de afectaciones ambientales (García et al., 2023). Además, se desconoce la dinámica ecológica de estos microorganismos en el área de estudio.

En este contexto, este estudio se orienta a determinar la distribución y abundancia de dinoflagelados en el ANRPV y su relación con variables fisicoquímicas, considerando cuatro zonas de muestreo durante la época seca, caracterizada por afloramientos y aguas frías ricas en nutrientes que favorecen la diversidad fitoplanctónica (Vidal, 2025). Los resultados aportan bases para el monitoreo costero y la conservación marina, permitiendo anticipar riesgos de floraciones algales nocivas (FAN), fortaleciendo la gestión ambiental y la salud pública en la región. Este tipo de investigaciones permiten evaluar la variabilidad climática y su efecto en la diversidad de organismos que componen las redes tróficas marinas y las consecuencias en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

## 2 JUSTIFICACIÓN

La relevancia de los dinoflagelados se centra en ser parte de los primeros eslabones de la red trófica marina, ya que son consumidos por organismos filtradores como especies del zooplancton, es decir cuando no son tóxicos representan un alimento de alta calidad, formando parte de la productividad primaria del medio marino (Meave del Castillo M & Zamudio M, 2009).

Las especies fitoplanctónicas son indicadores biológicos de cambios en las condiciones físicas y químicas durante los eventos cálidos y fríos del Pacífico (Rojas & Ortiz, 2007), esto evidencia la importancia de conocer la relación entre las variables ambientales y la dinámica poblacional de los dinoflagelados, proporcionando así información esencial sobre la productividad primaria en el ecosistema marino de Playas Villamil.

Bajo condiciones ambientales no favorables, incluyendo el enriquecimiento de nutrientes, sobre todo niveles excesivos de nitrógeno en las masas de agua y variaciones en factores ambientales como la temperatura, este grupo de microorganismos puede proliferar excesivamente, generando efectos negativos en el medio, como las denominadas floraciones algales nocivas (Brenckman et al., 2025)

El mayor porcentaje de plancton tiene ciclos de vida relativamente cortos, que varían desde algunos meses hasta un año, facilitando la observación de cambios a corto plazo en su abundancia y composición (Paz K et al., 2024). En consecuencia, el presente estudio resulta necesario para prevenir posibles floraciones que podrían repercutir en la calidad de vida marina y comunidades costeras (Roca et al., 2022).

El presente estudio se fundamenta mediante la aplicación de técnicas de muestreo fitoplanctónicas y validación de muestras en laboratorio para la identificación, registro, y análisis de la presencia de dinoflagelados, considerando su relación con la diversidad de variables ambientales presentes en los distintos puntos geográficos designados para la recolección de las muestras.

Por otro lado, la investigación está asociada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 (Vida submarina), ligado con la generación de conocimiento científico marino, al aportar con información clave para la conservación de zonas costeras y productividad oceánica (Bárcena & Padro, 2016), por ende, la presente investigación no solo mejoró la comprensión de la biodiversidad marina caracterizando de manera integral la comunidad de estos microorganismos, sino que también aportó con insumos técnicos para la toma de decisiones orientadas a la protección del ecosistema marino en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil.

### **3 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la distribución y abundancia de dinoflagelados, mediante la técnica de arrastre superficial y vertical, para correlacionarlas con las variables fisicoquímicas del ecosistema marino.

### **4 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Estimar la densidad poblacional de dinoflagelados mediante el método de Semina.
- Analizar la estructura comunitaria por medio de índices ecológicos.
- Correlacionar las variables fisicoquímicas y densidades poblacionales a través de análisis estadístico.

## 5 HIPÓTESIS

**Hi:** Las variables fisicoquímicas del ecosistema marino influyen en la distribución y abundancia de dinoflagelados.

## 6 MARCO TEÓRICO

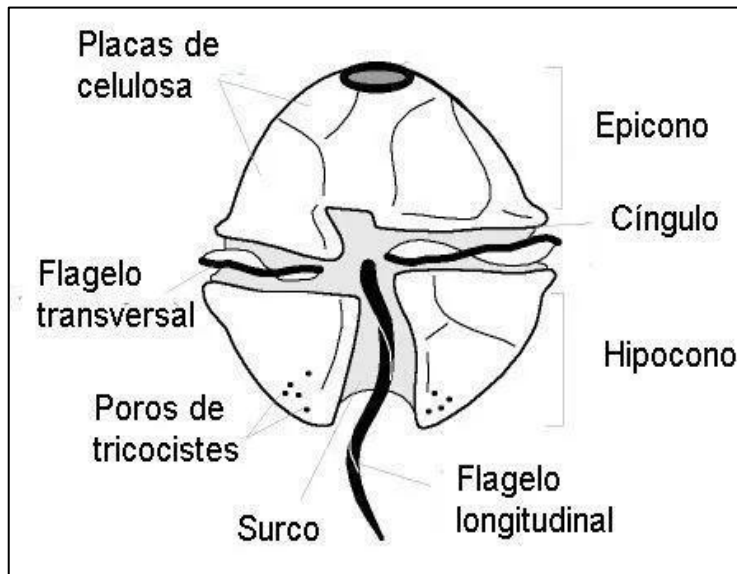
### 6.1 Características generales de dinoflagelados

Los dinoflagelados son el segundo grupo más abundante del fitoplancton siendo responsables de la producción de energía en las redes tróficas marinas, su adaptación a la gran variabilidad de ambientes se ve reflejada a la diversidad de formas y tipos de nutrición (Hoyos et al., 2019). Presentan diferentes formas y tamaños, ya que pueden medir aproximadamente entre 5 y 2000  $\mu\text{m}$  (González M, 2015).

La mayoría de especies viven solitarias y otras forman colonias, un menor número de especies vive en simbiosis con otros organismos como diatomeas, corales o microzooplancton (Delgado del Villar et al., 2021).

Los dinoflagelados presentan dos flagelos, uno transversal alojado en el cíngulo el cual tiene forma de cinta ondulada, y un flagelo longitudinal alargado aparentemente como un látigo ubicado en el surco (Fig. 1). El flagelo transversal impulsa un movimiento rápido y giratorio en dirección apical o reversa, mientras que el flagelo longitudinal funciona como timón para la dirección del movimiento (Mocaer et al., 2023).

*Figura 1. Morfología externa de dinoflagelados*



*Fuente: Paz K et al., (2024)*

## **6.2 Dinoflagelados atecados**

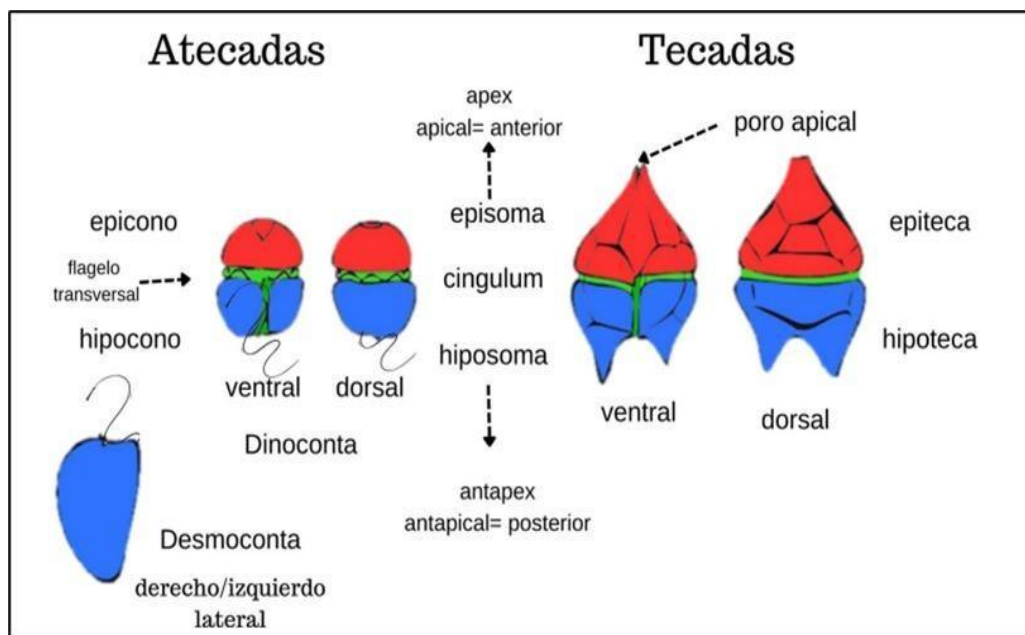
Los dinoflagelados atecados se caracterizan principalmente por presentar una pared celular frágil compuesta por diversas vesículas delgadas y aplanadas (Escarcega et al., 2023), es decir, no poseen placas de celulosa. El episoma es conocido como “epicono”, y el hiposoma como “hipocono” (Fig. 2) (Gallardo, 2024). Muchos miembros de este grupo se deforman o se desintegran en el momento de fijar la muestra lo que los hace poco reconocibles al carecer de una pared celular resistente (Maciel & Hernández, 2013).

## **6.3 Dinoflagelados tecados**

Los dinoflagelados tecados presentan una teca, de allí su nombre, la cual está compuesta por un conjunto de placas que varían en cantidad, morfología, tamaño y

ornamentación, estas están estrechamente unidas formando un esqueleto periférico (Paz et al., 2024). Presentan dos regiones; una de ellas llamada “epiteca” que corresponde a la parte superior del organismo, e “hipoteca” que es la parte inferior de este (Fig. 2). La epiteca se extiende en un cuerno apical, y la hipoteca en dos cuernos antapicales, los cuales en algunas especies corresponden a espinas (Catuto R, 2019). En este tipo de dinoflagelados el número, forma y ornamentación de las placas se utiliza para la identificación de las especies (Gómez et al., 2011).

*Figura 2. Diferencias morfológicas en células de dinoflagelados (atecadas y tecadas).*



*Fuente: Paz K et al., (2024)*

## 6.4 Hábitat

Los hábitats de los dinoflagelados son muy variados, aproximadamente el 90 % vive de forma planctónica y bentónica marina con una gran diversidad en aguas tropicales. Además, pueden encontrarse en aguas continentales, polares e incluso

en pozas de marea de zonas intermareales, como endosimbiontes y parásitos de diversas especies (Lozano Y et al., 2011). También están presentes en ecosistemas de agua dulce principalmente en cuerpos de agua oligotróficos donde las concentraciones de calcio son altas y el pH bajo (Meave del Castillo M & Zamudio M, 2009).

## **6.5 Alimentación**

Las especies de este grupo de microorganismos suelen ser heterótrofas, presentando estructuras especializadas que les permiten alimentarse de otros organismos (Figuroa et al., 2022), es decir, para obtener alimento se debe exclusivamente a estas, en este caso, se debe gracias al sulcus o también denominado surco longitudinal, que se encuentra presente en la célula que alberga el flagelo longitudinal, y a ciertas prolongaciones o ranuras que se asemejan a bocas (Delgado del Villar et al., 2021).

Los dinoflagelados autótrofos forman cadenas y realizan fotosíntesis, por lo cual hábitat comúnmente en la superficie y hasta la profundidad adecuada donde llegue la luz solar suficiente para activar el proceso fotosintético, es decir, producen su propia reserva energética necesaria para sobrevivir y crecer (Gárate et al., 2025). Los dinoflagelados mixótrofos se alimentan capturando presas (Traboni et al., 2021), mediante los procesos denominados fagotrofía y cleptoplastía, un claro ejemplo son las especies del género *Dinophysis* las cuales retienen cloroplastos

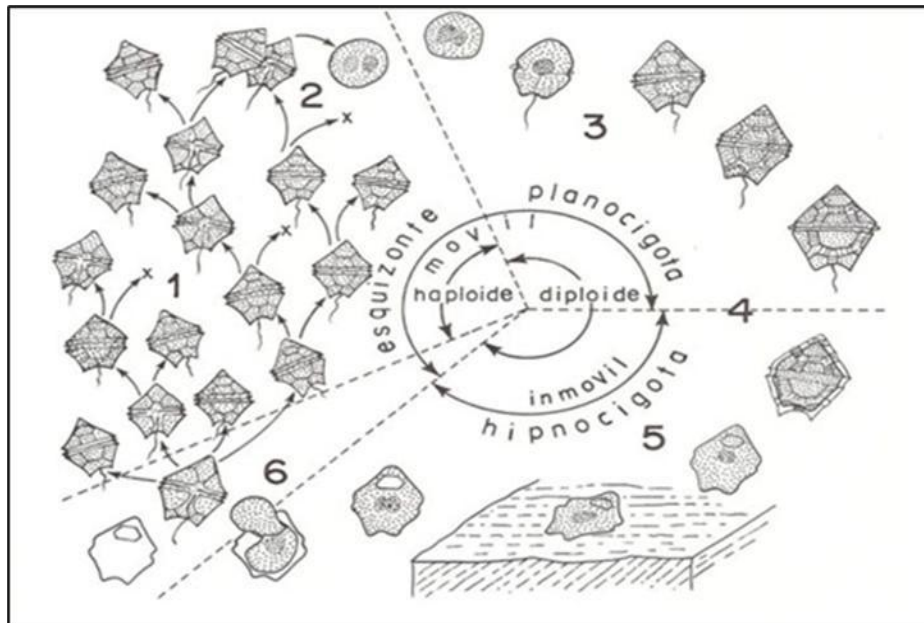
funcionales de microalgas ingeridas, como el ciliado *Mesodinium rubrum*, lo que les permite realizar fotosíntesis de forma temporal (Gárate et al., 2025).

## **6.6 Reproducción**

La reproducción en los dinoflagelados se realiza a través de mecanismos asexuales y sexuales (Sousa et al., 2015). La reproducción asexual consiste principalmente en la fisión binaria en la cual una célula madre se divide en dos células hijas genéticamente iguales, este proceso se puede dividir en dos fases; en la fase móvil la célula hija conserva la mitad de la pared parental denominada teca y en la fase inmóvil las células hijas no comparten la misma, ya que la división ocurre dentro de la célula madre o el protoplasma se libera antes, finalmente, cada célula hija produce una nueva pared o teca, proceso particularmente de las especies tecadas (Salmerón, 2007)

Por otro lado, la reproducción sexual involucra la formación y conjugación de gametos (células haploides especializadas), estos gametos se fusionan para formar un cigoto móvil denominado planocigoto, dependiendo de las condiciones del medio, si estas son favorables pueden sufrir una meiosis y producir células vegetativas, por lo contrario, forman un quiste de resistencia o también llamado hipnocigoto. Los quistes se caracterizan por ser diferente al planocigoto por la presencia una cubierta gruesa que puede estar conformada por esporopolenina o compuestos calcáreos (Fig. 3) (Lee et al., 2021; Quintana, 2017).

Figura 3. Ciclo de vida de dinoflagelados



*Nota:* (1) Células vegetativas; (2) Fusión de gametos en la columna de agua; (3) Formación del cigoto; (4) Estado de planocigoto; (5) Formación del hipnocigoto y sedimentación; (6) Germinación del quiste de resistencia.

*Fuente:* Alvarado (2012).

## 6.7 Clasificación de dinoflagelados

Los dinoflagelados, se agrupan en la única clase Dinophyceae, formada por aproximadamente 4000 especies y 150 géneros (Menéndez, 2014), entre los que destacan *Ceratium*, *Dinophysis*, *Protoperdinium*, *Pyrophacus*, *Ceratocrys* y *Ornithocercus*.

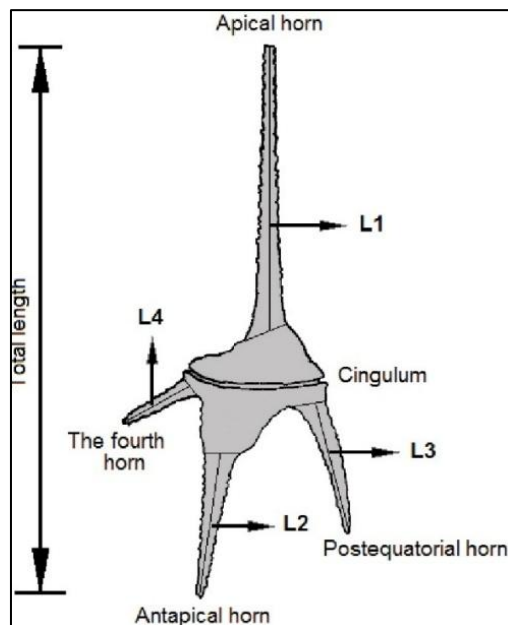
### 6.7.1 Género *Ceratium*

El género *Ceratium* está compuesto principalmente por dinoflagelados tecados, cuyas placas son reticuladas y están cubiertas de espinas y protuberancias con poros, una característica particular de este género es la presencia de un área

excavada muy amplia en su parte ventral (Vargas & Freer, 2004). Posee un cuerpo central que se caracteriza por la presencia de dos a tres cuernos antapicales, e incluso se han identificado ejemplares con un cuerno en posición apical. Su cuerpo está dividido en dos: la parte inferior denominada hipoteca en la cual presentan los cuernos antapicales, y la epiteca siendo la parte superior donde se encuentra el cuerno apical (Fig. 4) (Portillo et al., 2021).

El gran tamaño de las especies de *Ceratium* evita la depredación por parte del zooplancton, mientras que la presencia de flagelos les permite hacer migraciones a estratos profundos ricos en nutrientes en distintos momentos del día, así como cambiar su distribución con respecto a los gradientes de luz (Almanza et al., 2016).

**Figura 4.** Esquema de la vista dorsal de especie del género *Ceratium*.



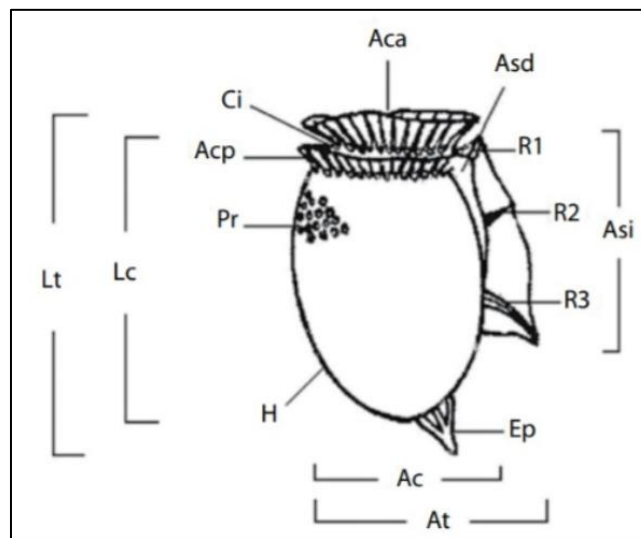
**Nota:** L1: longitud del cuerno apical; L2: longitud del cuerno antapical; L3: longitud del cuerno postequatorial; L4: longitud del cuarto cuerno.

**Fuente:** Varol, (2016)

### 6.7.2 Género *Dinophysis*

Las células de este género se pueden reconocer gracias a sus placas epitecales reducidas y a su estructura particular en forma de collar (Fig. 5). Generalmente son ovaladas con un aplastamiento en la parte ventral dorsal, cada especie tiene una serie de formas debido a su ciclo de vida polimórfico y comportamiento alimentario, sin embargo, dificulta la identificación específica de la especie. Estos dinoflagelados son conocidos mixótrofos por lo que no dependen específicamente de la autotrofia o de la heterotrofia (Jia et al., 2019).

*Figura 5. Dinophysis en vista lateral derecha.*



*Nota:* Dt: diámetro total, Dc: diámetro de la célula, Aca: aleta cingular anterior, Ci: cingulo, Acp: aleta cingular posterior, Pr: poros, H: hipoteca, Ep: espina, Asi: aleta sulcal izquierda, R1, R2 y R3: radios de la sulcal izquierda, Asd: aleta sulcal derecha

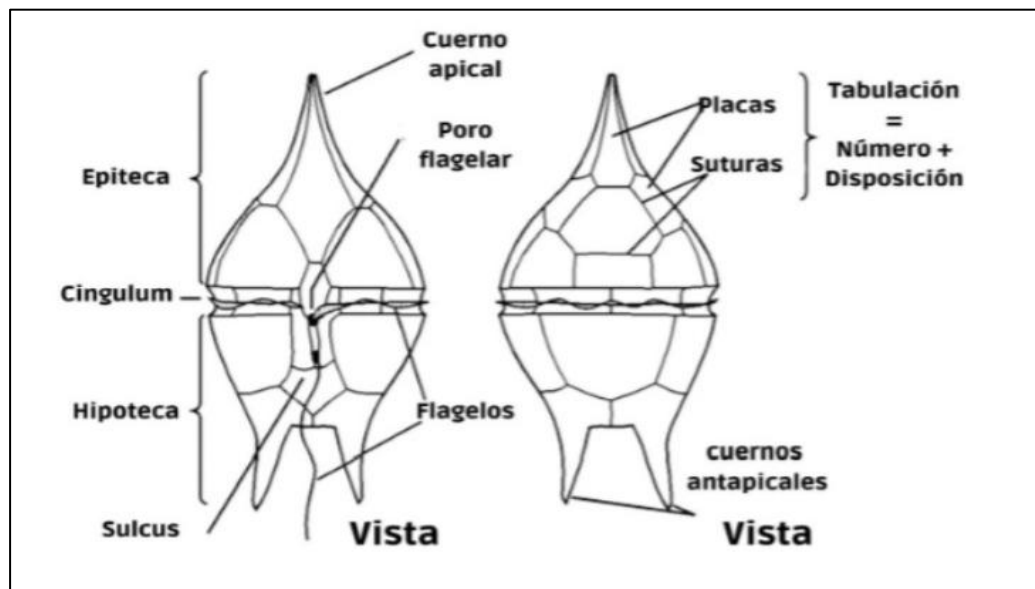
*Fuente:* Parra et al., (2011)

### 6.7.3 Género *Protoperdinium*

Este grupo se caracteriza por la presencia de su pared de celulosa rígida (teca), la cual está compuesta por una serie de placas poligonales (Fig. 6), cuya forma y

disposición se utilizan ampliamente para su identificación taxonómica, es uno de los grupos más diversos y extendidos del fitoplancton marino y se distribuyen comúnmente en los ecosistemas costeros (Gul & Nawaz, 2014).

*Figura 6. Morfología del género Protoperidinium*

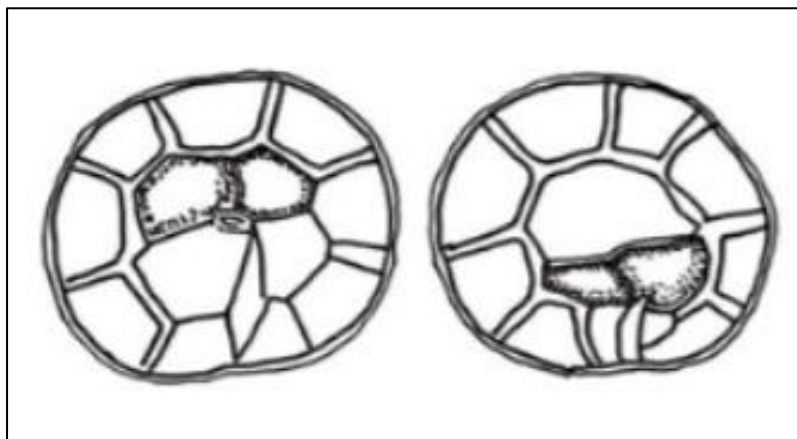


*Fuente: Paz K et al., (2024)*

#### **6.7.4 Género *Pyrophacus***

Este género tiene forma lenticular, por lo que su célula es comprimida anteroposteriormente, además su cingulo es angosto y ecuatorial (Fig. 7) (Beltrán, 2024). Se distribuye en todo el mundo y se observan con frecuencia en zonas oceánicas y aguas estuarinas. Sin embargo, no hay registros de efectos nocivos asociados a florecimientos sobre ecosistemas marinos en el océano.

*Figura 7. Pyrophacus horologium*



*Fuente: Paz K et al., (2024)*

### **6.7.5 Género *Ceratocorys***

Este grupo presenta movimientos de nado lentos e incluso escasos, presenta espinas cortas en la región antapical (Fig. 8), la hipoteca es particularmente más grande que la epiteca, la cual es plana y comprende una quinta parte del cuerpo de la célula con forma cuadrada angulosa. Durante la reproducción asexual sufre ecdisis, la epiteca se abre y expulsa el contenido protoplásmico dejando la teca vacía, gracias a este proceso el contenido protoplásmico se divide y da origen a células nuevas con formas redondas y espinas en posición dorsal y ventral (Palacio, 2006).

Se encuentran en aguas superficiales y costeras ricas en nutrientes, puede producir floraciones algales, que, aunque beneficiosas en niveles moderados, en situaciones contrarias pueden causar eutrofización y producir toxinas en exceso, por lo que su

presencia se utiliza para estudios de calidad del agua y salud del ecosistema marino (López et al., 2024).

*Figura 8. Ceratocorys horrida*



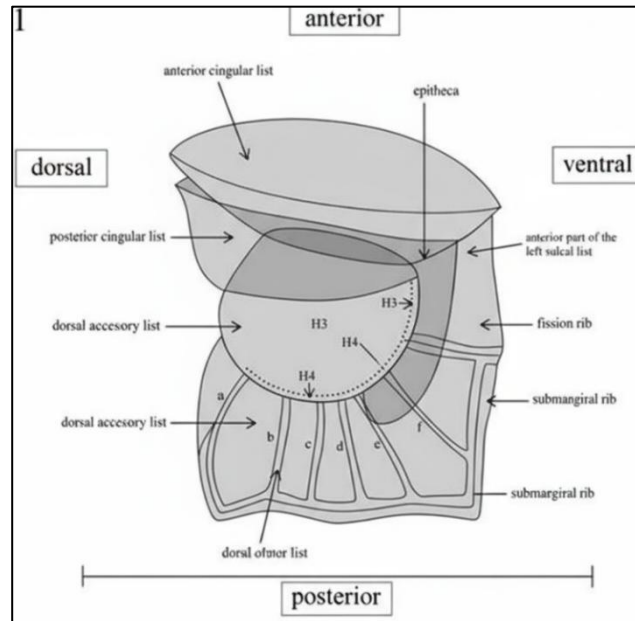
*Fuente: López et al., (2024)*

#### **6.7.6 Género *Ornithocercus***

Posee caracteres morfológicos identificativos, destacando su aleta sulcal izquierda incluyendo el número de lóbulos y radios que sostienen a la misma, sin embargo, algunos de esos caracteres pueden ser variables provocando problemas de identificación taxonómica de las especies (Hernández Rosas et al., 2007).

El cuerpo del género es subcircular a subovado y está comprimido lateralmente, la epiteca es baja y tiene forma de disco (Fig. 9), la cintura es ancha y presenta lisis (acanaladas o reticuladas) grandes en forma de embudo, el surco izquierdo se asemeja a una vela que se extiende de manera dorsal (Fernández & García, 2024).

*Figura 9. Morfología de género Orthinocercus*



*Fuente: Wilke et al., (2018)*

## 6.8 Factores fisicoquímicos del ecosistema marino

Los organismos fitoplanctónicos dependen de la luz solar para realizar el proceso de fotosíntesis, por lo que necesitan estar en la capa superficial del medio marino debido a que los rayos solares sólo penetran las capas superiores del agua (Hoyos et al., 2019).

El plancton depende de diferentes procesos físicos, en los que destaca las corrientes marinas, salinidad y disponibilidad de luz, en condiciones ideales para su desarrollo, este grupo de microorganismos incrementa su abundancia, a esto se le conoce como florecimiento algal, sin embargo, cabe recalcar que también pueden proliferar especies responsables de floraciones algales nocivas (FAN) ocasionando efectos

efectos negativos en el ecosistema marino (Jacobo & Sánchez, 2025).

Las variaciones en las condiciones oceánicas están relacionadas con los diversos patrones estacionales, lo cual ocasiona que la estructura de la cadena alimenticia marina y los flujos de nutrientes no sean constantes, si no, por lo contrario, varíen con el tiempo. Las zonas cercanas a la costa son movidas debido al oleaje y corrientes, por lo que estas presentan un movimiento de aguas profundas hacia la superficie destacando por ser más frías y ricas en nutrientes (Pinto, 2025).

Entre los micronutrientes más relevantes para el análisis del agua marina, destaca el nitrógeno, la concentración de este nutriente y sus variables (nitrito, nitrato, amonio) pueden influir en el crecimiento de la comunidad fitoplanctónica, e incluso en la distribución y variabilidad de esta. Por ende, como resultado, la densidad de las microalgas puede experimentar fluctuaciones en función de las proporciones de estos compuestos nitrogenados (Beltrán, 2024).

## **7 MARCO LEGAL**

Desde la perspectiva normativa la presente investigación se sustenta con el marco constitucional ecuatoriano establecido por la Constitución de la República del Ecuador con Registro Oficial en 2008 y reformada en 2021, que en relación con la protección de la naturaleza y biodiversidad menciona según los siguientes artículos que:

**Art. 72.-** establece que la naturaleza tiene derecho a la restauración evitando la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales, por ende, la presente investigación aporta información técnica sobre alteraciones en la estructura del fitoplancton específicamente del grupo dinophyta permitiendo identificar desequilibrios ecológicos y orientar medidas de restauración en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil (ANRVP) (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

**Art. 385.-** Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos, este estudio promueve la generación de conocimiento orientado al manejo sustentable de la biodiversidad para ser utilizados en planes de monitoreo, conservación y educación ambiental en la zona costera de Playas Villamil (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

**Art. 405.-** El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas, mediante este estudio se contribuye al cumplimiento de este marco legal al generar información científica que respalda la conservación, planificación y manejo adaptativo del área protegida.

## **8 METODOLOGÍA**

### **8.1 Diseño de estudio**

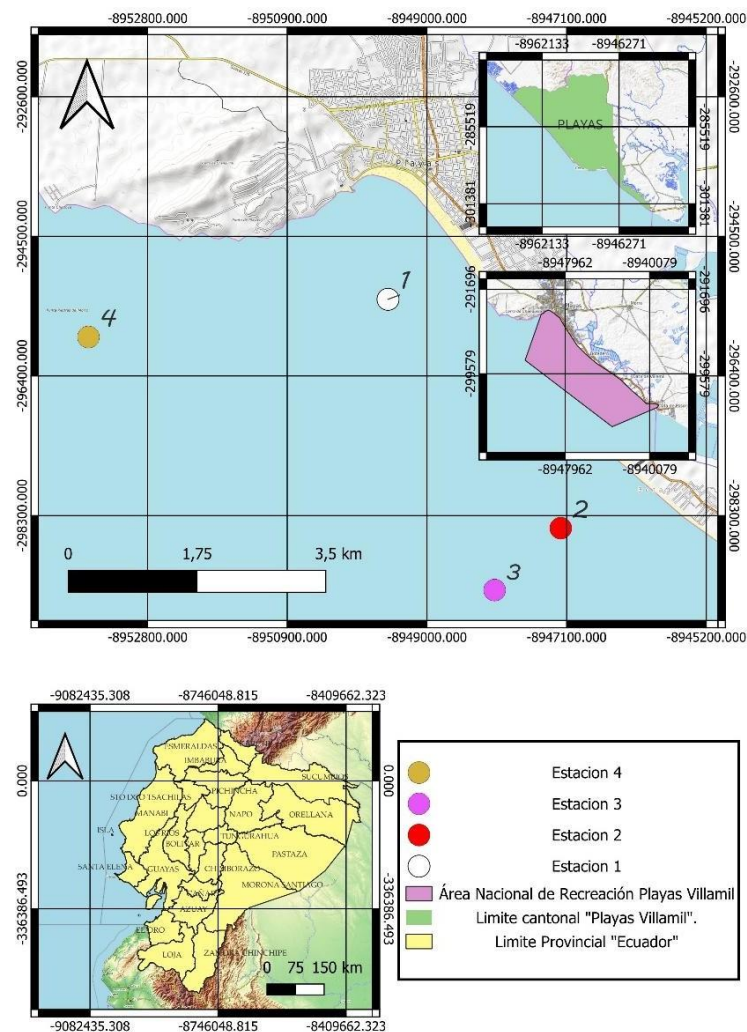
El diseño corresponde a un estudio no experimental y transversal dado que las variables no fueron manipuladas y los datos se obtuvieron en un periodo definido de tiempo (3 meses) (Haro et al., 2024). Adopta un enfoque cuali - cuantitativo de tipo descriptivo y correlacional, lo cual resulta esencial para una adecuada recopilación y análisis de datos en el área de estudio (Hernández et al., 2014). Se interpretaron cualitativamente las implicaciones ecológicas y de gestión ambiental de los resultados, mientras que el enfoque cuantitativo se basó en la obtención y análisis de la densidad poblacional y composición de las comunidades de dinoflagelados, el carácter descriptivo permitió caracterizar la abundancia y diversidad de especies en cada estación de muestreo, mientras que el componente correlacional facilitó la evaluación de asociaciones significativas entre los parámetros ambientales y la estructura comunitaria del fitoplancton aportando evidencia científica sobre su papel como bioindicadores en ecosistemas marinos (Haro et al., 2024).

### **8.2 Área de estudio**

El Área Nacional de Recreación Playas Villamil (ARNVP) se encuentra ubicada en la provincia del Guayas, posee una extensión de 2.478,12 hectáreas (MAE, 2025), donde se delimitó un área de 15,86 km<sup>2</sup>, en la cual se establecieron 4 estaciones para la recolección de muestras de dinoflagelados superficiales y verticales situadas a 1 y 2 millas náuticas, caracterizadas por un mayor intercambio de masas de agua

debido al flujo de mareas, condición que favorece la variabilidad de parámetros fisicoquímicos relevantes para el fitoplancton incluyendo al grupo de los dinoflagelados (Padro et al., 2017) (Fig. 10), las coordenadas de cada estación se muestran en la Tabla 1. Los muestreos se realizaron dos veces al mes, durante 3 meses de la época seca de la costa ecuatoriana (agosto, septiembre y octubre), caracterizada por afloramientos y aguas frías ricas en nutrientes, la cual recibe la influencia de varias corrientes marinas, especialmente la corriente fría de Humboldt, que favorece la diversidad fitoplanctónica (Salcedo et al., 2018).

*Figura 10. Estaciones de muestreo en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil.*



*Fuente: Qgis (2025), Modificado por Mirabá.*

*Tabla 1. Ubicación Geográfica de las zonas de muestreo*

<b>ESTACIÓN</b>	<b>COORDENADAS</b>	
	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
<b>1 MILLA</b>		
Est. 1	-2.656848	- 80.399175
Est. 2	- 2.683584	- 80.378877
<b>2 MILLAS</b>		
Est. 3	- 2.694166	- 80.392056
Est. 4	-2.671697	-80.440180

### **8.3 Fase de campo:**

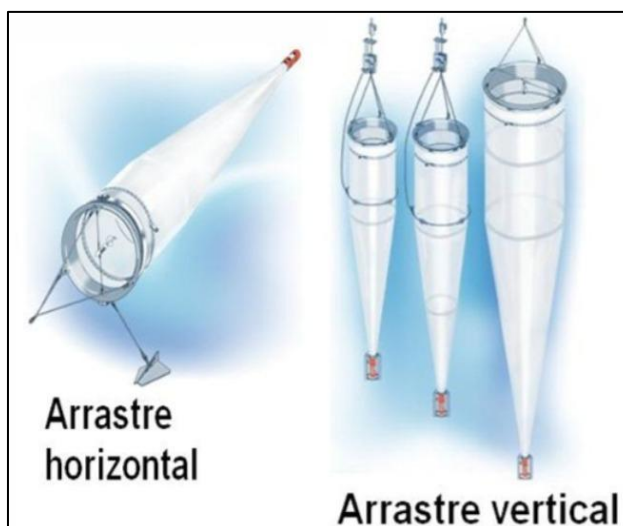
#### **8.3.1 Obtención de muestras**

Las muestras de dinoflagelados fueron recolectadas mediante una embarcación de fibra de vidrio con motor fuera de borda (Andrade, 2019) y un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para la localización y ubicación exacta de las estaciones determinadas (Samanez, 2014). Los muestreos se realizaron en horarios vespertinos, lo que permitió garantizar la comparabilidad entre los muestreos y realizar correlaciones temporales entre la abundancia de especies y los parámetros fisicoquímicos (Vasca & Euskal, 2015).

Se utilizó una red de fitoplancton con abertura de malla de 50  $\mu\text{m}$ , permitiendo retener organismos representativos de la comunidad fitoplanctónica (Tapia et al., 2022), con una velocidad de 2 nudos para los arrastres superficiales con 10 min de recorrido de manera circular en cada estación, evitando daños a las células de

dinoflagelados (Tapia, 2013) mientras que los arrastres verticales se realizaron en la columna de agua (Fig. 11), a una profundidad de 10 m por un minuto (Ministerio de Agricultura, 2013)

*Figura 11. Técnica de arrastre superficial (horizontal) y arrastre vertical*



### **8.3.2 Preservación de muestras**

Las muestras de los dinoflagelados fueron colocadas en frascos esterilizados correctamente rotulados (fecha, estación y técnica de muestreo) de 500 ml, volumen suficiente para el estudio cuantitativo (Sastre et al., 2021), con ayuda de una jeringa de 5 ml, se aplicó formaldehído al 4% neutralizado con bórax (tetraborato de sodio) para la fijación y preservación de estas, la neutralización evita la acidificación de las muestras y protege las estructuras celulares, garantizando su estabilidad para su posterior análisis taxonómico (Hernández et al., 2011), se agregó 4 ml de la solución formalina por cada 100 ml de agua con muestra (Ruiz, 2022), posteriormente se trasladaron al laboratorio de prácticas de la Universidad Estatal Península de Santa

Elena para la identificación por medio de la observación microscópica y claves taxonómicas.

#### **8.4 Variables fisicoquímicas**

Se utilizó el multiparámetro YSI HANNA para la toma de parámetros de; temperatura, salinidad y pH, mientras que para análisis de nutrientes nitrito, nitrato y amonio, se recolectó 1000 ml de muestra de agua de cada estación y se registraron los datos de concentración de estos en mg/L por medio de un espectrofotómetro siguiendo las indicaciones y procedimiento del fabricante (Beltrán, 2024). El análisis espectrofotométrico se realizó con un lector de microplacas FlexA-200, un espectrofotómetro UV/Vis con rango de 200–1000 nm. Este equipo permite cuantificar la absorbancia de compuestos disueltos en agua mediante métodos adaptados al formato de microplaca, lo que facilita la evaluación simultánea de múltiples muestras y estándares con precisión (Dutscher, 2019).

#### **8.5 Fase de laboratorio**

##### **8.5.1 Análisis microscópico**

Para la identificación de las especies se utilizó material bibliográfico de trabajos realizados por diferentes actores como: (Boltovskoy, 1995), (Pesantes, 2014) y el Manual de Fitoplancton del Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR).

Los valores de biomasa celular se representaron en  $\text{cel}/\text{m}^3$  empleando la metodología propuesta por Semina (1978).

El método semi cuantitativo nos presentó el estimativo de células por especie en cada muestra.

$$\frac{Cel}{m^3} o \frac{Esp}{m^3} = \frac{\left[ \frac{(n \times V)}{v} \right]}{\eta}$$

Donde:

**n** = Número de células por especie en cada estación

**V** = Volumen total de la muestra

**v** = Volumen/ alícuota cubreobjetos

**η** = eficiencia de filtración

## 8.6 Índices ecológicos

- **Shannon – Wiener**

El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad (Pla, 2006), por lo que permitió analizar la diversidad de dinoflagelados en cada estación de estudio, por medio de la siguiente formula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \log (pi)$$

Donde:

**S** = Número de especies totales presentes en la muestra.

**pi** = Abundancia relativa de las especies

Los valores de interpretación se muestran en la tabla 2.

*Tabla 2. Valoración del índice de diversidad Shannon-Wiener*

VALORES	INTERPRETACIÓN
0.1- 1.5	Diversidad Baja
1.6- 3.0	Diversidad media
3.1-	Diversidad alta

Fuente: (Sáenz & Vilela, 2023)

- **Índice de Pielou**

El presente índice de equitatividad permitió observar si los dinoflagelados presentan una distribución homogénea, Sus valores se expresan de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 1 indican una mayor igualdad en la distribución de las especies (Salinas, 2014), siguiendo la siguiente formula:

$$J' = \frac{H'}{\log S}$$

Donde:

**H'** = índice de Shannon-Wiener

**S** = número máximo de especies en la muestra

- **Índice de Simpson**

El siguiente índice permitió medir la dominancia de dinoflagelados en las zonas de muestreo, representando la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (Salmerón et al., 2017).

$$D = \sum Pi^2$$

Donde:

**Pi:** proporción de individuos de cada especie.

## **8.7 Análisis estadísticos**

Se verificó la normalidad de los datos por medio del Software Past 4 (Rodríguez et al., 2024), aplicando la prueba de Shapiro – Wilk, en este caso ninguno de los datos cumplieron con los supuestos de normalidad ( $p < 0.05$ ) confirmando su naturaleza no paramétrica, en consecuencia, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis para comparar las distribuciones de las muestras entre las estaciones analizadas en cada salida (Overy et al., 2024), adicionalmente se realizó la transformación logarítmica de los datos, estandarizando las variables para eliminar el efecto dominante de las especies más representativas (González, 2016), además, facilitó la interpretación gráfica mediante aplicación de cajas y bigotes mejorando la sensibilidad de la prueba estadística no paramétrica aplicada. El Análisis de Similaridad (ANOSIM) permitió analizar de manera general la distribución de la composición de comunidades de dinoflagelados en los 3 meses de muestreo.

El Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) representó gráficamente los patrones de composición de las comunidades basándose en la abundancia de los dinoflagelados (Lauren, 2023). Finalmente, por medio del Análisis de Correlación Canónica (CCA), se evaluaron las relaciones existentes entre la abundancia de los microorganismos identificados y las variables fisicoquímicas del medio marino.

## 9 RESULTADOS

### 9.1 Densidad poblacional de agosto

#### 9.1.1 Arrastres superficiales

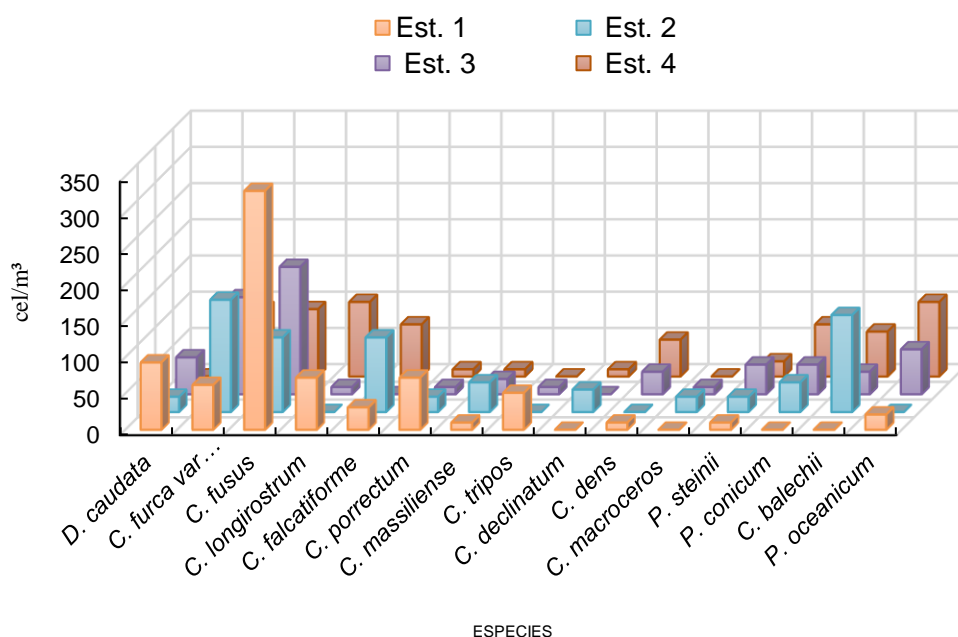
El estudio en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil identificó un total de 15 especies durante el primer muestreo del mes de agosto en el arrastre superficial como se muestra en la figura 12 y tabla 3. En la estación 1 se registró un total de 762 cel/m<sup>3</sup> siendo la más abundante en comparación con las 3 estaciones restantes. La comunidad estuvo representada por *C. fusus*, que alcanzó una densidad de 330 cel/m<sup>3</sup> representando el 43% del total, *D. caudata* se posicionó como la segunda especie más abundante con 93 cel/m<sup>3</sup> (12%), seguida de *C. longirostrum* y *C. porrectum* con 72 cel/m<sup>3</sup> (9%), *C. furca var furca* presentó concentración de 62 cel/m<sup>3</sup> (8%). Otras especies como *C. tripos* y *C. falcatiforme* presentaron contribuciones menores con 51 cel m<sup>3</sup> y 31 cel/m<sup>3</sup> respectivamente (7 y 4%).

La estación 2 presentó un total de 692 cel/m<sup>3</sup> con *C. furca var furca* como la especie más abundante con una densidad de 155 cel/m<sup>3</sup> (22%) y *C. balechii* con 134 cel/m<sup>3</sup> (19%), mientras que *C. falcatiforme* y *C. fusus* registraron 103 cel/m<sup>3</sup> (15%) y las concentraciones celulares de *D. caudata* y *C. porrectum* se vieron reducidas con 21 cel/m<sup>3</sup> (3%).

En la estación 3 se contabilizaron 628 cel/m<sup>3</sup> convirtiéndose en la menos abundante, la población se caracterizó de la siguiente manera; *C. fusus* recuperó una alta densidad con 176 cel/m<sup>3</sup> (28%), cercano a *C. furca var furca* con 134 cel/m<sup>3</sup> (21%), *P. oceanicum* presentó una concentración de 62 cel/m<sup>3</sup> (10%), *D. caudata* mantuvo una presencia moderada representando el 8% con una densidad de 51 cel/m<sup>3</sup>, mientras que *C. balechii* y *C. dens* registraron 31 cel/m<sup>3</sup> (5%).

Finalmente, la estación 4 mostró un perfil comunitario de 700 cel/m<sup>3</sup>, *C. longirostrum* y *P. oceanicum* se convirtieron en las especies más abundantes con 103 cel/m<sup>3</sup> (15%), *C. fusus* y *C. furca var furca* en esta ocasión coexistieron con densidades de 93 cel/m<sup>3</sup> cada una (13%), seguidas de *C. falcatiforme* y *P. conicum* que mostraron su densidad celular de 72 cel/m<sup>3</sup> (10%), particularmente se evidencio la ausencia de *D. caudata*.

**Figura 12.** Densidad superficial de dinoflagelados del primer monitoreo del mes de agosto.



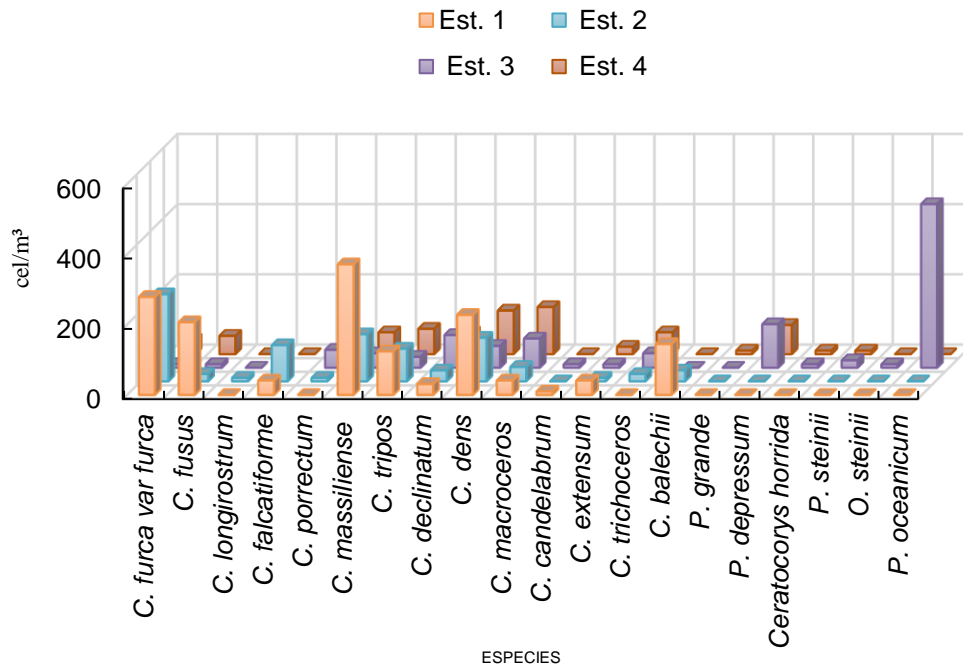
En la figura 13 se muestra la densidad poblacional del segundo muestreo realizado el mismo mes donde se registraron 20 especies (Tabla. 4), la estación 1 fue la más abundante con un total de 1519 cel/m<sup>3</sup>, la comunidad estuvo mayormente representada por *C. massiliense* que alcanzó una densidad de 372 cel/m<sup>3</sup> que representó el 24% del total, *C. furca var furca* fue la segunda especie más abundante con 279 cel/m<sup>3</sup> (18%), seguida de *C. dens* obteniendo 228 cel/m<sup>3</sup> (15%) y *C. fusus* con 207 cel/m<sup>3</sup> (14%), mientras que *C. balechii* obtuvo una concentración de 145 cel/m<sup>3</sup> (10%). Otras especies presentaron contribuciones menores incluyendo a *C. falcatiforme*, *C. macroceros* y *C. extensum* (41 cel/m<sup>3</sup>) (3%).

En la estación 2 se evidenció un total de 877 cel/m<sup>3</sup>, *C. furca var furca* se presentó como la especie dominante con una densidad de 248 cel/m<sup>3</sup> (28%), seguida de *C. massiliense* con 134 cel/m<sup>3</sup> (15%), mientras que *C. dens* registro 124 cel/m<sup>3</sup> (14%). En contraste la concentración celular de *C. fusus* redujo a 21 cel/m<sup>3</sup> (2%).

En la estación 3 se contabilizaron 1073 cel/m<sup>3</sup>, en esta ocasión la población estuvo particularmente representada por dos especies del género *Protoperidinium*; mayormente por *P. oenicum* con una concentración celular de 466 cel/m<sup>3</sup> (43%), seguida de *P. depressum* con 124 cel/m<sup>3</sup> (12%), por otro lado, se evidencio una reducción en la densidad celular de *C. massiliense* a 41 cel/m<sup>3</sup> (4%) y *C. furca var furca* a una concentración celular de 10 cel/m<sup>3</sup> (1%).

La estación 4 mostró un menor perfil comunitario con un total de 743 cel/m<sup>3</sup>, *C. macroceros* con 134 cel/m<sup>3</sup> (18%) y *C. dens* con 124 cel/m<sup>3</sup> (17%) se convirtieron en las especies más abundantes, *C. fusus* y *C. furca var furca* coexistieron con densidades menores (52 y 41 cel/m<sup>3</sup>) representando el 7 y 5 % del total. Las especies menos abundantes en esta estación que obtuvieron una concentración de 10 cel/m<sup>3</sup> (1%) fueron *Ceratocorys horrida*, *Ornithocercus steinii* y *P. grande*.

**Figura 13.** Densidad superficial de dinoflagelados del segundo monitoreo del mes de agosto.



### 9.1.2 Arrastres verticales

En el primer arrastre vertical se identificaron 10 especies (Fig. 14; tabla 5), en la estación 1 se registró un total de 575 cel/m<sup>3</sup> siendo la menos abundante, *C. fusus* destacó con una densidad de 219 cel/m<sup>3</sup> (38%), *C. furca var furca* fue la segunda especie más abundante con 137 cel/m<sup>3</sup> (24%). *D. caudata*, *C. longirostrum* y *C.*

*porrectum* presentaron una concentración de 55 cel/m<sup>3</sup> (10%), las especies con contribuciones menores fueron *C. falcatiforme* y *P. conicum* con 27 cel/m<sup>3</sup> (5%).

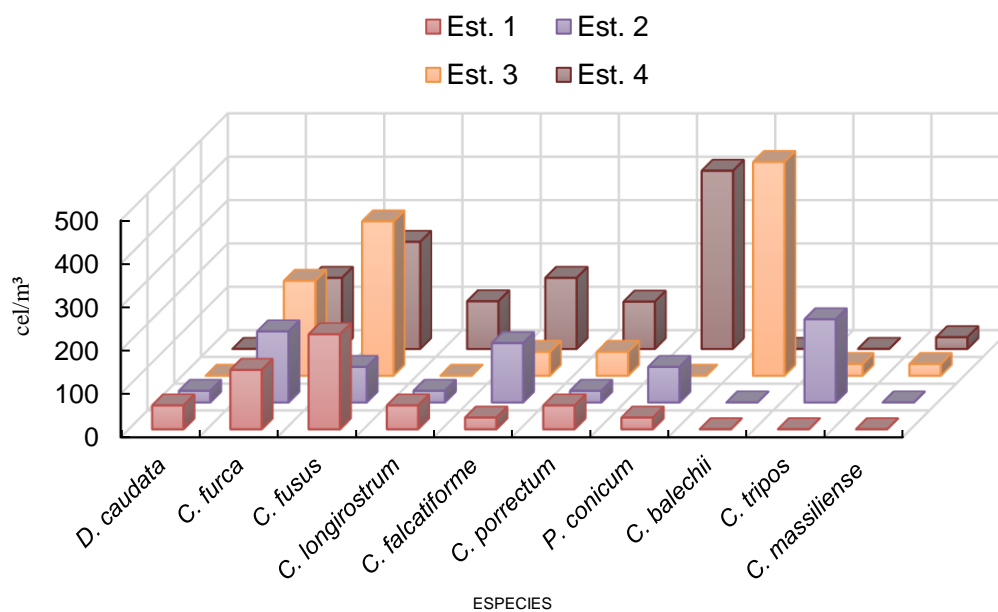
La estación 2 presentó un total de 783 cel/m<sup>3</sup>, las especies que destacaron fueron *C. tripos* con una concentración de 192 cel/m<sup>3</sup> (26%) y *C. furca var furca* con 164 cel/m<sup>3</sup> (22%), seguidas de *C. falcatiforme* con 137 cel/m<sup>3</sup> (19%), en esta ocasión *C. fusus* y *P. conicum* registraron una densidad de 82 cel/m<sup>3</sup> cada una (11%), las menores concentraciones celulares fueron de *D. caudata*, *C. longirostrum* y *C. porrectum* con 27 cel/m<sup>3</sup> (4%).

En la estación 3 se contabilizaron 1232 cel/m<sup>3</sup>, *C. balechii* destacó con una concentración de 493 cel/m<sup>3</sup> (40%), seguida de *C. fusus* con 356 cel/m<sup>3</sup> (29%) y *C. furca var furca* 219 cel/m<sup>3</sup> (18%), se evidencio la reducción de concentración de *C. tripos* y *C. massiliense* a 27 cel/m<sup>3</sup> (2%), particularmente se identificó la ausencia de *D. caudata*.

La estación 4 mostró un perfil comunitario igual a la estación 3, con un total de 1232 cel/m<sup>3</sup> lo que las hizo las mas abundantes, en esta ocasión la especie que destaco fue *P. conicum* con una densidad de 411 cel/m<sup>3</sup> (33%), *C. fusus* coexistió con una concentración de 247 cel/m<sup>3</sup> (20%), seguida de *C. falcatiforme* y *C. furca*

*var furca* que mostraron su densidad celular de 164 cel/m<sup>3</sup> (13%) cada una, *C. massiliense* presentó la más baja densidad comunitaria con 27 cel/m<sup>3</sup> (2%).

Figura 14. Densidad vertical de dinoflagelados del primer monitoreo del mes de agosto.



En el segundo muestreo vertical del mes de agosto se registraron 17 especies (Fig. 15; tabla 6), en la estación 1 predominó *P. depressum* con una concentración de 548 cel/m<sup>3</sup> representando el 34% del total, mientras que *C. tripos* presentó una densidad de 247 cel/m<sup>3</sup> (15%), seguida de *C. furca var furca* con 192 cel/m<sup>3</sup> (12%), *C. fusus* y *C. massiliense* con 137 cel/m<sup>3</sup> (8% cada una), *D. caudata*, *C. candelabrum* y *C. trichoceros* presentaron una concentración de 27 cel/m<sup>3</sup> (2%).

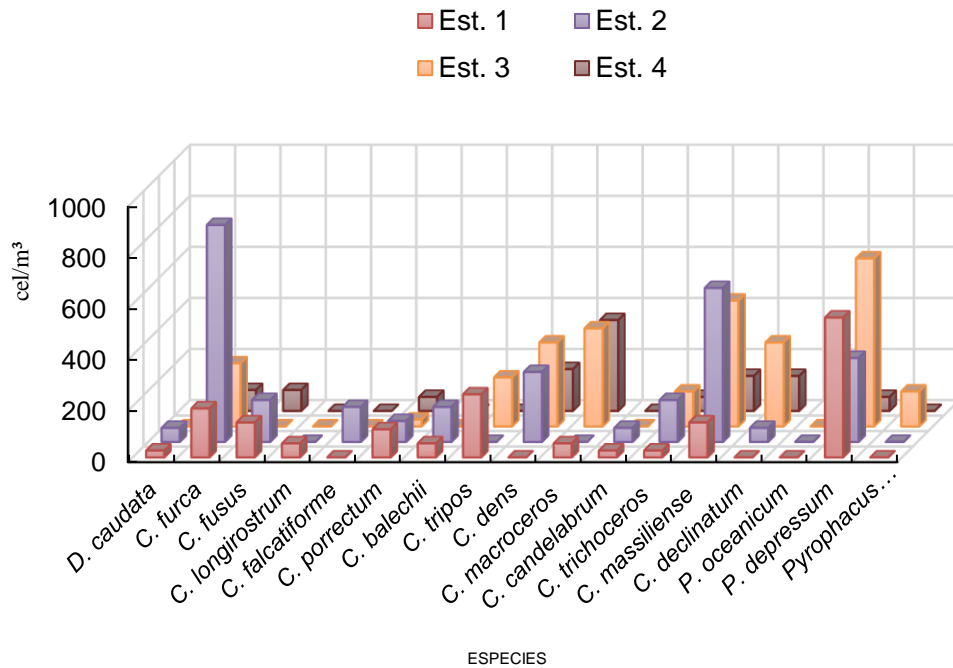
La estación 2 alcanzó un total de 2905 cel/m<sup>3</sup>, las especies destacables fueron *C. furca var furca* con una concentración de 850 cel/m<sup>3</sup> (29%) y *C. massiliense* con

603 cel/m<sup>3</sup> (21%), seguidas de *P. depressum* con 239 cel/m<sup>3</sup> (11%), mientras que *C. fusus* y *C. trichoceros* registraron una densidad de 164 cel/m<sup>3</sup> cada una (6%), las especies con menores densidades celulares incluyeron a *C. porrectum* con 82 cel/m<sup>3</sup> (3%), *D. caudata* y *C. declinatum* 55 cel/m<sup>3</sup> (2%).

La estación 3 fue la más abundante con un total de 2933 cel/m<sup>3</sup>, *C. depressum* destacó con una densidad de 658 cel/m<sup>3</sup> (22%), seguida de *C. massiliense* con 493 cel/m<sup>3</sup> (17%) y *C. macroceros* 384 cel/m<sup>3</sup> (13%), *C. dens* y *C. declinatum* mostraron una concentración de 239 cel/m<sup>3</sup> (11%), se evidenció una baja densidad poblacional en *P. porrectum* con 27 cel/m<sup>3</sup> (1%).

La estación 4 mostró un bajo perfil comunitario con un total de 1150 cel/m<sup>3</sup>, destacando *C. macroceros* con una densidad de 356 cel/m<sup>3</sup> (31%), mientras que *C. dens* presentó 164 cel/m<sup>3</sup> (14%), *C. massiliense* y *C. declinatum* 137 cel/m<sup>3</sup> (12%), se evidencio una reducción en la concentración de *C. fusus* y *C. furca var furca* con 82 cel/m<sup>3</sup> (7%).

**Figura 15.** Densidad vertical de dinoflagelados del segundo monitoreo del mes de agosto.



## 9.2 Densidad poblacional de septiembre

### 9.2.1 Arrastres superficiales

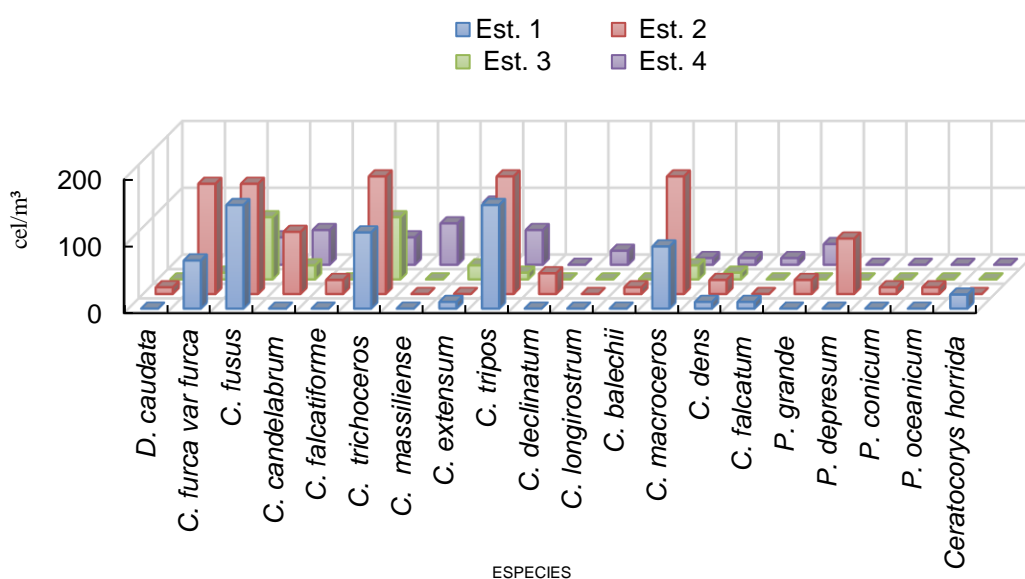
En el primer muestreo superficial del mes de septiembre se identificaron 20 especies (Fig. 16; tabla 7). En la estación 1 presentó un total de 640 cel/m<sup>3</sup>, las especies que mostraron mayor densidad celular fueron *C. fusus* y *C. tripos* con 155 cel/m<sup>3</sup> (32%), seguidas de *C. trichoceros* con un total de 114 cel/m<sup>3</sup> (24%), por otro lado, las especies menos abundantes incluyeron a *Ceratocorys horrida* con 21 cel/m<sup>3</sup> (4%), *C. extensum*, *C. dens* y *C. falcatum* con solo 10 cel/m<sup>3</sup> (2%).

La estación 2 fue la más abundante con un total de 1168 cel/m<sup>3</sup>, en esta ocasión 3 especies destacaron por presentar mayor densidad, las cuales fueron; *C. trichoceros*,

*C. tripos*, *C. macroceros* con 176 cel/m<sup>3</sup> (15% cada una), seguidas de *C. fusus* y *C. furca var furca* con 165 cel/m<sup>3</sup> (14%), las especies menos abundantes incluyeron a *D. caudata*, *C. balechii* y *P. conicum*, entre otras con 10 cel/m<sup>3</sup> (1%). En la estación 3 se contabilizó un total de 279 cel/m<sup>3</sup> siendo la estación menos abundante, con 93 cel/m<sup>3</sup> las especies que destacaron fueron *C. fusus* y *C. trichoceros* (33%) mientras que las especies que obtuvieron solo 10 cel/m<sup>3</sup> incluyeron *C. furca*, *C. dens* y *C. tripos* (4%).

La estación 4 alcanzó un total de 506 cel/m<sup>3</sup>, *C. extensum* dominó por primera vez con una densidad total de 93 cel/m<sup>3</sup> (18%), seguida de *C. furca var furca* y *C. massiliense* 62 cel/m<sup>3</sup> (12%), *C. candelabrum* y *C. tripos* obtuvieron 52 cel/m<sup>3</sup> (10%), las especies menos abundantes fueron; *C. macroceros*, *C. dens* y *C. falcatum* con 10 cel/m<sup>3</sup> (2%).

Figura 16. Densidad superficial de dinoflagelados del primer monitoreo del mes de septiembre



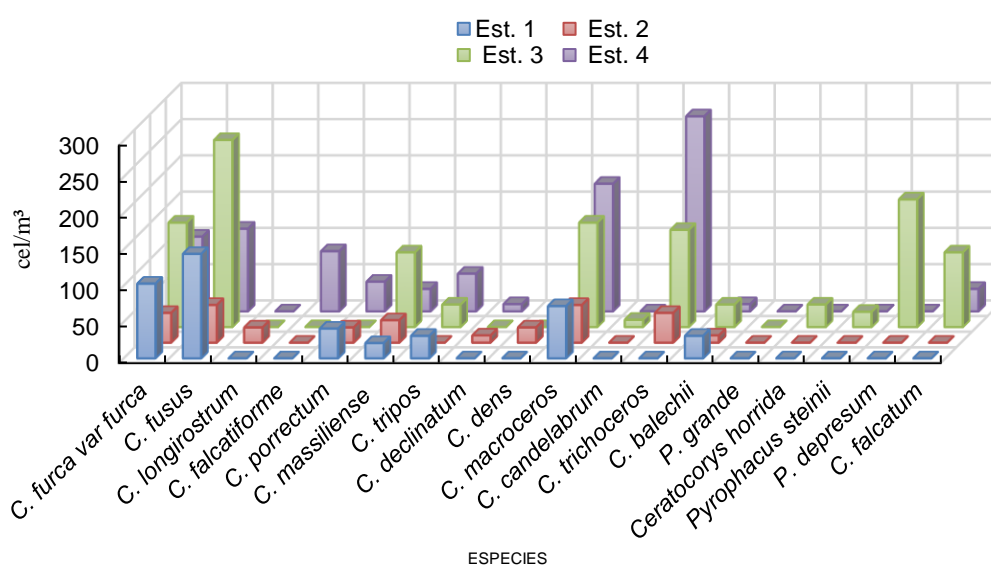
En el segundo muestreo superficial del mes de septiembre se identificaron 18 especies (Fig. 17; tabla 8), en la estación 1 se contabilizaron 443 cel/m<sup>3</sup>, donde la especie que destacó fue *C. fusus* con 144 cel/m<sup>3</sup> (33%), *C. furca var furca* fue la segunda especie abundante con 103 cel/m<sup>3</sup> (33%), seguida de *C. macroceros* con 72 cel/m<sup>3</sup> (16%), se evidenció una reducción de concentración en *C. tripos* con 31 cel/m<sup>3</sup> al igual que *C. balechii* y *C. massiliense* (10% cada una).

La estación 2 fue la menos abundante con solo 300 cel/m<sup>3</sup>, *C. fusus* también dominó en esta estación con una concentración de 52 cel/m<sup>3</sup> (17%), *C. furca var furca* y *C. trichoceros* alcanzaron un total de 41 cel/m<sup>3</sup> cada una (14%), en contraste, especies con densidades de 10 cel/m<sup>3</sup> (3%) incluyeron a *C. declinatum* y *P. grande*.

La estación 3 alcanzó un total de 1186 cel/m<sup>3</sup> siendo la más abundante, *C. fusus* dominó con una concentración de 258 cel/m<sup>3</sup> (22%), mientras que *P. depressum* obtuvo 176 cel/m<sup>3</sup> (15%), seguida de *C. furca var furca* y *C. macroceros* que presentaron una densidad de 144 cel/m<sup>3</sup> (12%) y *C. trichoceros* 134 cel/m<sup>3</sup> (11%), *C. balechii* alcanzó un total de 31 cel/m<sup>3</sup> (3%), *Pyrophacus steinii* 21 cel/m<sup>3</sup> (2%) y *C. candelabrum* 10 cel/m<sup>3</sup> (1%).

La estación 4 tuvo un perfil comunitario de 920 cel/m<sup>3</sup>, la concentración celular de *C. trichoceros* aumentó a 269 cel/m<sup>3</sup> (29%) y *C. macroceros* a 176 cel/m<sup>3</sup> (19%), mientras que la densidad de *C. fusus* disminuyó a 114 cel/m<sup>3</sup> (12%) y *C. furca var furca* a 103 cel/m<sup>3</sup> (11%), especies con concentraciones menores incluyeron a *C. balechii* y *C. declinatum* con 10 cel/m<sup>3</sup> (1%).

**Figura 17.** Densidad superficial de dinoflagelados del segundo monitoreo del mes de septiembre.



### 9.2.2 Arrastres verticales

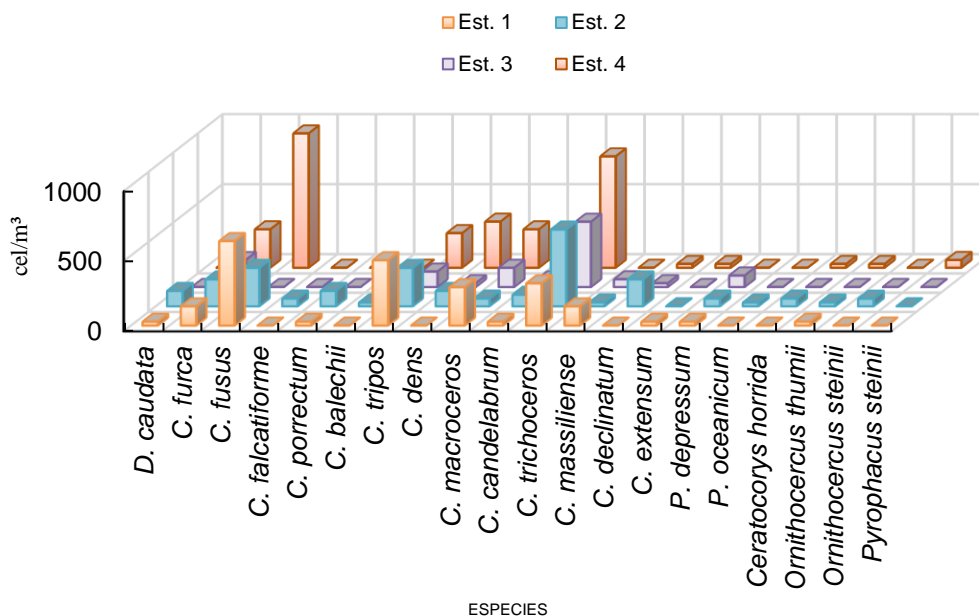
El primer muestreo vertical del mes de septiembre dio como resultado un total de 20 especies identificadas (Fig. 18; tabla 8), la estación 1 fue la tercera estación más abundante con una densidad poblacional de 2080 cel/m<sup>3</sup>, *C. fusus* dominó con una concentración de 603 cel/m<sup>3</sup> (29%), seguida de *C. tripos* con 466 cel/m<sup>3</sup> (22%) y *C. trichoceros* con 301 cel/m<sup>3</sup> (14%), las especies con una concentración menor (27 cel/m<sup>3</sup>) incluyeron a *C. extensum*, *P. depressum* y *Ornithocercus thumii* (1%).

La estación 2 fue la segunda estación más abundante con un total de 2274 cel/m<sup>3</sup>, la concentración celular de *C. trichoceros* aumentó a 548 cel/m<sup>3</sup> (24%) convirtiéndose en la más representativa seguida de *C. tripos* y *C. fusus* con 274 cel/m<sup>3</sup> (12%) cada una, mientras que *C. declinatum* obtuvo una densidad de 192 cel/m<sup>3</sup> (8%), *D. caudata* y *C. porrectum* 110 cel/m<sup>3</sup> (5%), las especies que alcanzaron un total de solo 27 cel/m<sup>3</sup> (1%) incluyeron a *P. oceanicum* y *O. thumii*.

En la estación 3 se contabilizaron 1151 cel/m<sup>3</sup> evidenciando la menor abundancia, *C. trichoceros* volvió a dominar con una concentración de 466 cel/m<sup>3</sup> (40%), seguida de *C. macroceros* con 137 cel/m<sup>3</sup> (12%) y *C. tripos* (10%), *P. depressum* presentó una densidad de 82 cel/m<sup>3</sup> (7%), *C. dens* y *C. declinatum* 27 cel/m<sup>3</sup> (2%) siendo las menos representativas, particularmente se evidenció la ausencia de *C. fusus*.

La estación 4 fue la más abundante alcanzando un total de 3096 cel/m<sup>3</sup>, la concentración de *C. fusus* dominó con 959 cel/m<sup>3</sup> (31%), *C. trichoceros* fue la segunda especie representativa con 795 cel/m<sup>3</sup> (26%), seguida de *C. dens* y *C. furca* var *furca* con 329 y 274 cel/m<sup>3</sup> respectivamente (11 y 9%), *C. candelabrum* y *Pyrophacus steinii* alcanzaron una densidad de 55 cel/m<sup>3</sup> cada una (2%), mientras que las especies con solo 27 cel/m<sup>3</sup> incluyeron a *C. extensum*, *C. declinatum*, *Ceratocorys horrida* y *O. thumii*.

Figura 18. Densidad vertical de dinoflagelados del primer muestreo del mes de septiembre



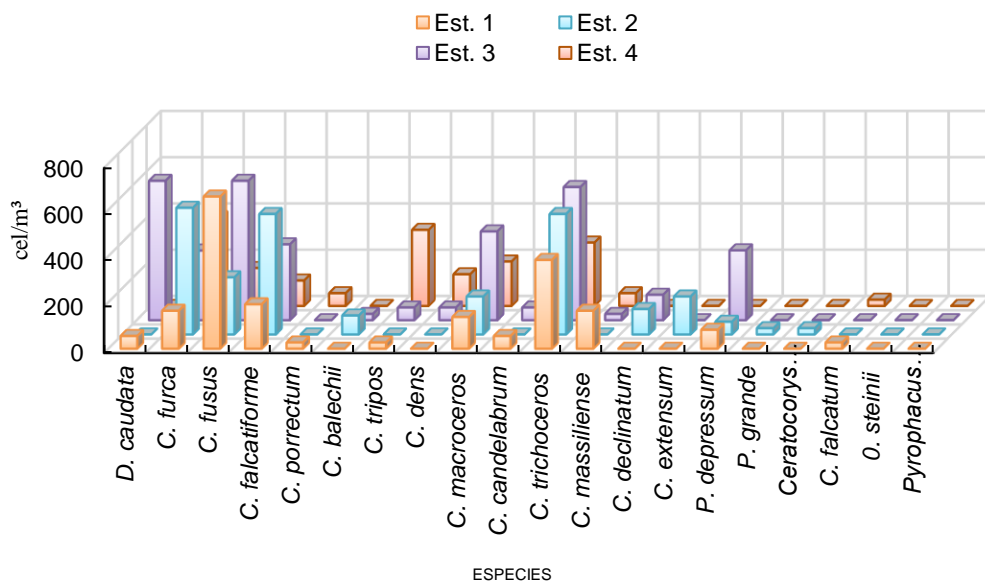
En el segundo muestreo vertical del mes de septiembre se identificaron 20 especies (Fig.19; tabla 9), en la estación se contabilizó un total de 1972 cel/m<sup>3</sup>, la especie más abundante fue *C. fusus* caracterizándose con 658 cel/m<sup>3</sup> (33%), seguida por *C. trichoceros* con 384 cel/m<sup>3</sup> (19%) y *C. falcatiforme* con 192 cel/m<sup>3</sup> (10%), *C. furca* var *furca* obtuvo 164 cel/m<sup>3</sup> (8%), *C. macroceros* 137 cel/m<sup>3</sup> (7%), las especies menos representativas fueron *C. candelabrum*, *C. porrectum* y *C. falcatum* con 27 cel/m<sup>3</sup> (1%).

La estación 2 presentó un total de 2466 cel/m<sup>3</sup>, siendo la segunda estación más abundante donde destacó la presencia de *C. furca* var *furca* con 548 cel/m<sup>3</sup> (22%), *C. trichoceros* y *C. falcatiforme* con 521 cel/m<sup>3</sup> (21%), seguidas de *C. fusus* 247 cel/m<sup>3</sup> (10%), *P. depressum* obtuvo una concentración de 55 cel/m<sup>3</sup> (2%), las

especies menos abundantes incluyeron a *P. grande* y *Ceratocorys horrida* con 27 cel/m<sup>3</sup> (1%). En la estación 3 se contabilizaron 3426 cel/m<sup>3</sup>, convirtiéndose en la más abundante, se evidenció un aumento representativo en *D. caudata* con 603 cel/m<sup>3</sup> (18%), *C. fusus* obtuvo la misma concentración celular, mientras que *C. trichoceros* se caracterizó con 576 cel/m<sup>3</sup> (17%), seguida de *C. macroceros* con 384 cel/m<sup>3</sup> y *P. depressum* 302 cel/m<sup>3</sup> (11 y 9%). Las densidades menores estuvieron presentes en; *C. massiliense*, *C. balechii* y *O. steinii* con 27 cel/m<sup>3</sup> cada una (1%).

La estación 4 fue la menos abundante con un total de 1809 cel/m<sup>3</sup>, dominando *C. furca var furca* con 384 cel/m<sup>3</sup> (21%), y *C. tripos* con 329 cel/m<sup>3</sup> (18%), la densidad de *C. trichoceros* disminuyó a 274 cel/m<sup>3</sup> (15%), al igual que *C. fusus* a 164 cel/m<sup>3</sup> (9%), en esta estación las especies menos representativas fueron *C. porrectum* y *C. massiliense* con un total de 55 cel/m<sup>3</sup> (3%) y *C. falcatum* con 27 cel/m<sup>3</sup> (1%).

Figura 19. Densidad vertical de dinoflagelados del segundo muestreo del mes de septiembre.



### 9.3 Densidad poblacional de octubre

#### 9.3.1 Arrastres superficiales

En el primer arrastre superficial del mes de octubre se identificaron 16 especies (Fig. 20; tabla 10), en la estación 1 se caracterizó como la estación más abundante con un total de 873 cel/m<sup>3</sup>, la comunidad estuvo claramente dominada por *C. fusus* con una densidad de 310 cel/m<sup>3</sup> (37%), *D. caudata* se posicionó como la segunda especie más abundante con 124 cel/m<sup>3</sup> (15%), seguida de *C. longirostrum* y *C. falcatiforme* con 52 cel/m<sup>3</sup> (6%). Otras especies como *C. declinatum* y *P. conicum* presentaron contribuciones menores con 10 cel/m<sup>3</sup> respectivamente (1%).

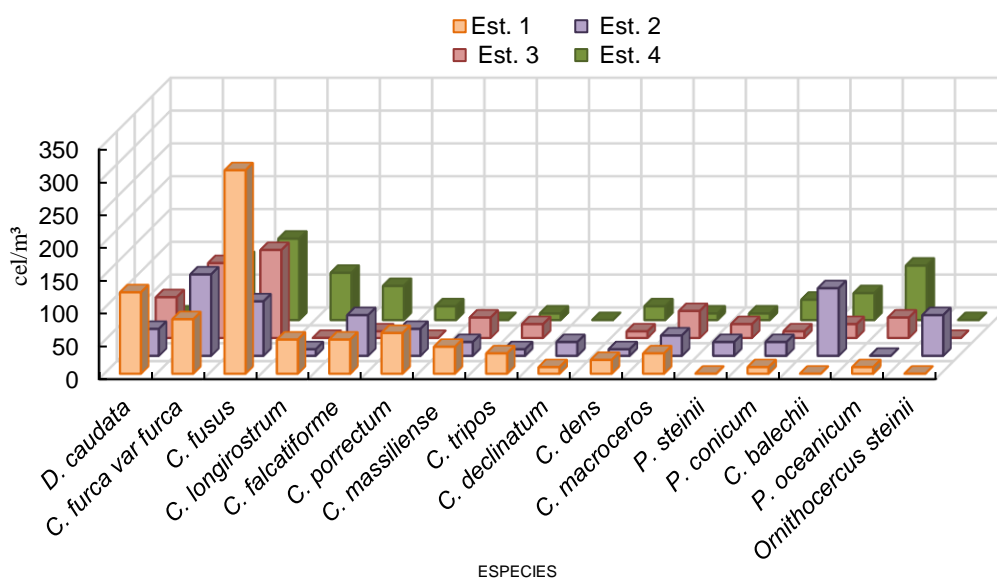
La estación 2 presentó un total de 661 cel/m<sup>3</sup>, *C. furca var furca* emergió como la especie dominante con una densidad de 124 cel/m<sup>3</sup> (19%), seguida de *C. balechii* con 103 cel/m<sup>3</sup> (16%), *C. fusus*, a pesar de ser el dominante en la estación anterior, en esta estación registró 83 cel/m<sup>3</sup> (13%), *D. caudata* presentó una concentración de 41 cel/m<sup>3</sup> (6%), mientras que *C. longirostrum*, *C. dens* y *C. tripos* 10 cel/m<sup>3</sup> (2%).

En la estación 3 se contabilizaron 506 cel/m<sup>3</sup> siendo la menos abundante, *C. fusus* recuperó una alta densidad con 134 cel/m<sup>3</sup> (26%), cercano a *C. furca var furca* con 114 cel/m<sup>3</sup> (12%), *D. caudata* mantuvo una presencia moderada con 62 cel/m<sup>3</sup>

(12%), mientras que *P. conicum*, *C. dens* y *C. falcatiforme* registraron solo 10 cel/m<sup>3</sup> (2%).

Finalmente, la estación 4 mostró un perfil comunitario de 578 cel/m<sup>3</sup>. *C. fusus* fue la especie más representativa con 124 cel/m<sup>3</sup> (21%), *C. furca var furca* presentó una densidad de 93 cel/m<sup>3</sup> (16%), mientras que *P. oceanicum* 83 cel/m<sup>3</sup> (14%) y *C. longirostrum* 72 cel/m<sup>3</sup> (12%), las especies con menores contribuciones fueron; *D. caudata*, *C. tripos*, *C. macroceros* y *P. steinii* con 10 cel/m<sup>3</sup>.

**Figura 20.** Densidad superficial de dinoflagelados del primer muestreo del mes de octubre



En la figura 21; tabla 11 se muestra la densidad poblacional del segundo arrastre superficial del mes de octubre donde se registraron 18 especies, la estación 1 presentó un total de 618 cel/m<sup>3</sup>, la comunidad estuvo mayormente representada por *C. furca var furca* con 176 cel/m<sup>3</sup> (28%), seguida de *P. depressum* 103 cel/m<sup>3</sup> (17%), *C. trichoceros* presentó 72 cel/m<sup>3</sup> (12%), mientras que *C. fusus* 31 cel/m<sup>3</sup> (5%).

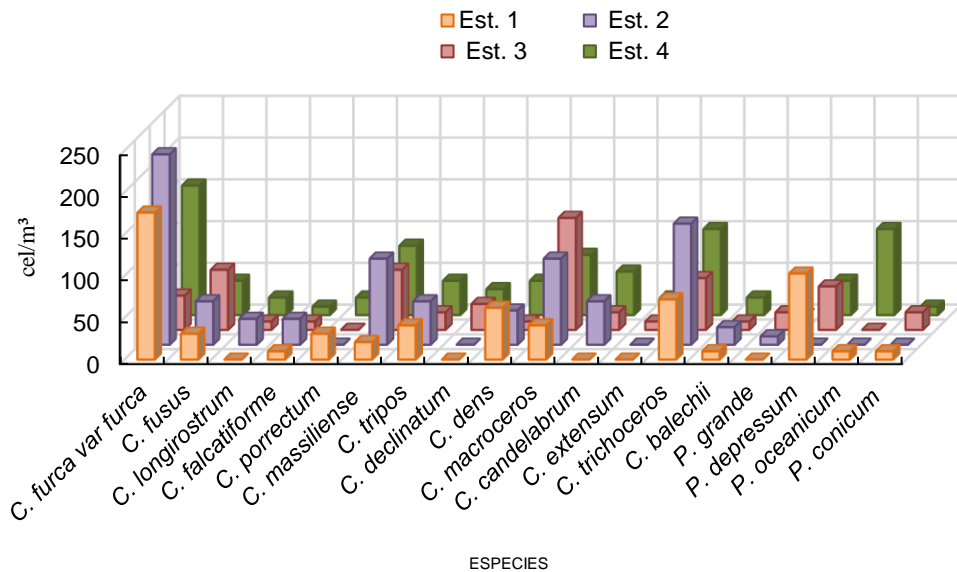
Otras especies presentaron contribuciones menores incluyendo a *C. balechii*, *C. falcatiforme* y *P. conicum* (10 cel/m<sup>3</sup>).

La estación 2 fue la más abundante con un total de 869 cel/m<sup>3</sup> con *C. furca var furca* como la especie dominante con una densidad de 228 cel/m<sup>3</sup> (26%), seguida de *C. trichoceros* 145 cel/m<sup>3</sup> (17%), *C. macroceros* y *C. massiliense* 103 cel/m<sup>3</sup> (12%). Las menores concentraciones se presentaron en especies como; *C. longirostrum*, *C. falcatiforme* 31 cel/m<sup>3</sup> (4%) y *P. grande* 10 cel/m<sup>3</sup> (1%).

En la estación 3 se contabilizaron 598 cel/m<sup>3</sup> siendo la menos abundante, la población estuvo particularmente representada *C. macroceros* con una concentración celular de 134 cel/m<sup>3</sup> (22%), seguida de *C. fusus* y *C. massiliense* con 72 cel/m<sup>3</sup> (12%), se evidencio una reducción en la densidad celular de *C. trichoceros* a 62 cel/m<sup>3</sup> (10%), *C. longirostrum*, *C. falcatiforme* y *C. dens* obtuvieron una concentración celular de 10 cel/m<sup>3</sup> (2%).

La estación 4 mostró un perfil comunitario de 867 cel/m<sup>3</sup>, *C. furca var furca* fue la especie más representativa con 155 cel/m<sup>3</sup> (18%), seguida de *C. trichoceros* y *P. oceanicum* con 103 cel/m<sup>3</sup> (12%), las especies menos abundantes en esta estación fueron *C. falcatiforme* y *P. conicum* con una concentración de 10 cel/m<sup>3</sup> (1%).

**Figura 21.** Densidad superficial de dinoflagelados del segundo muestreo del mes de octubre



### 9.3.2 Arrastres verticales

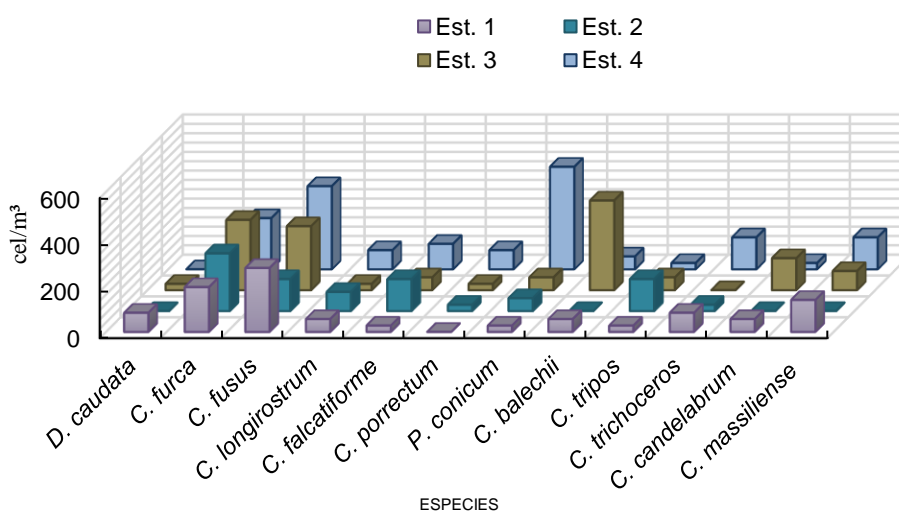
En el primer arrastre vertical del mes de octubre se identificaron 12 especies (Fig. 22; tabla 12), en la estación 1 se registró un total de 1013 cel/m<sup>3</sup>, *C. fusus* destacó con una densidad de 274 cel/m<sup>3</sup> (27%), *C. furca var furca* fue la segunda especie más abundante con 192 cel/m<sup>3</sup> (19%), seguida de *C. massiliense* con 137 cel/m<sup>3</sup> (14%), *D. caudata* y *C. trichoceros* presentaron una concentración de 82 cel/m<sup>3</sup> (8%), las especies con contribuciones menores fueron *C. falcatiforme*, *C. tripos* y *P. conicum* con 27 cel/m<sup>3</sup> (3%).

La estación 2 fue la menos abundante con un total de 849 cel/m<sup>3</sup>, *C. furca var furca* fue la más representativa con 247 cel/m<sup>3</sup> (29%), mientras que la concentración de *C. falcatiforme* aumentó a 137 cel/m<sup>3</sup> (16%), *P. conicum* alcanzó una densidad de

55 cel/m<sup>3</sup> (6%), mientras que *C. trichoceros* y *C. porrectum* alcanzaron las 27 cel/m<sup>3</sup> (3%), particularmente se evidencio la ausencia de *C. massiliense*. En la estación 3 se contabilizaron 1424 cel/m<sup>3</sup>, *C. balechii* fue la especie más representativa con una concentración de 384 cel/m<sup>3</sup> (27%), seguida de *C. furca var furca* con 301 cel/ m<sup>3</sup> (21%), *C. fusus* con 274 cel/m<sup>3</sup> (19%) y *C. candelabrum* con 137 cel/m<sup>3</sup> (10%), se evidencio la reducción de concentración de *C. falcatiforme* a 55 cel/m<sup>3</sup> (4%), las especies menos abundantes fueron; *D. caudata*, *C. longirostrum* y *C. porrectum* con 27 cel/m<sup>3</sup> (2%), se evidencio la ausencia de *C. trichoceros*.

La estación 4 mostró un perfil comunitario mayor con 1670 cel/m<sup>3</sup>, *P. conicum* destacó con una densidad de 439 cel/m<sup>3</sup> (26%), *C. fusus* coexistió con una concentración de 356 cel/m<sup>3</sup> (21%), seguida de *C. furca var furca* con 219 cel/m<sup>3</sup> (13%), la densidad celular de *C. falcatiforme* aumentó a 109 cel/m<sup>3</sup> (7%), mientras que en *C. balechii* disminuyó a 55 cel/m<sup>3</sup> (3%).

**Figura 22.** Densidad vertical de dinoflagelados del primer muestreo del mes de octubre



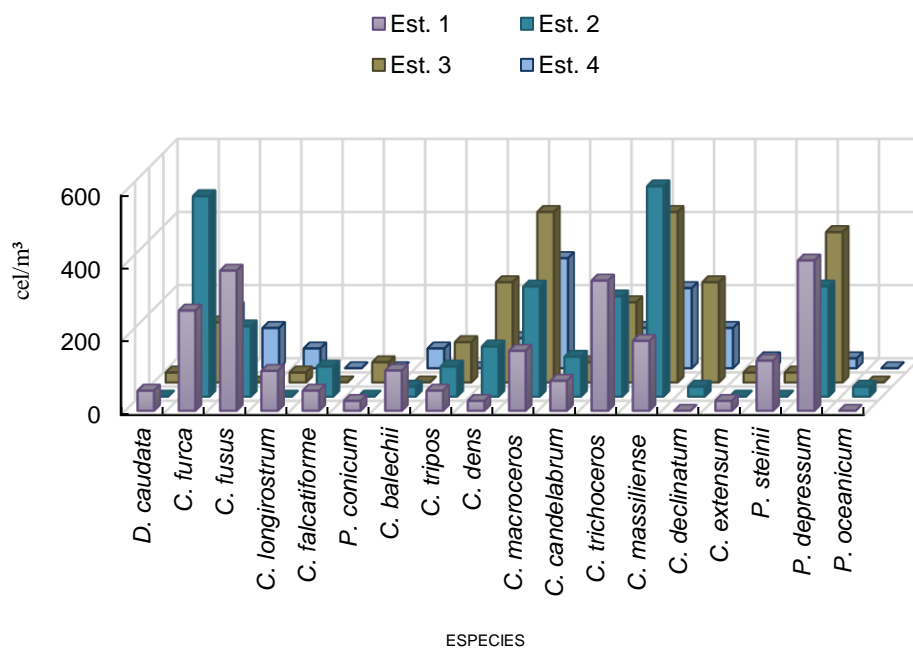
En el segundo y último muestreo vertical del mes de octubre se registraron 18 especies (Fig. 23; tabla 13), en la estación 1 se contabilizó un total de 2463 cel/m<sup>3</sup>, *P. depressum* con una concentración de 411 cel/m<sup>3</sup> (17%) fue la más abundante, mientras que *C. fusus* presentó una densidad de 383 cel/m<sup>3</sup> (16%), seguida de *C. furca var furca* con 274 cel/m<sup>3</sup> (11%), *C. massiliense* con 191 cel/m<sup>3</sup> (8%) y *C. macroceros* con 164 cel/m<sup>3</sup> (7%), en contraste, *P. conicum*, *C. dens* y *C. extensum* presentaron una concentración de 27 cel/m<sup>3</sup> (1%).

La estación 2 fue la más abundante, alcanzando un total de 2682 cel/m<sup>3</sup>, las especies que dominaron fueron *C. massiliense* con una concentración de 575 cel/m<sup>3</sup> (21%) y *C. furca var furca* con 548 cel/m<sup>3</sup> (20%), seguidas de *P. depressum* y *C. macroceros* con 301 cel/m<sup>3</sup> (11%), se evidenció una disminución en la concentración de *C. fusus* a 164 cel/m<sup>3</sup> (7%), las especies con menores densidades celulares incluyeron a *C. declinatum* y *P. oceanicum* (27 cel/m<sup>3</sup>).

La estación 3 presentó 2602 cel/m<sup>3</sup>, *C. macroceros* y *C. massiliense* destacaron con una densidad de 466 cel/m<sup>3</sup> (18%), la concentración de *C. declinatum* aumentó a 274 cel/m<sup>3</sup> (11%), las menores densidades poblacionales se dieron en *C. longirostrum*, *C. extensum* y *P. oceanicum* con 27 cel/m<sup>3</sup> (1%), además se evidenció la ausencia de *C. fusus*.

La estación 4 mostró un bajo perfil comunitario con un total de 1284 cel/m<sup>3</sup>, destacando *C. macroceros* con una densidad de 301 cel/m<sup>3</sup> (23%) y *C. massiliense* con 219 cel/m<sup>3</sup> (17%), *C. fusus* y *C. trichoceros* presentaron una densidad de 110 cel/m<sup>3</sup> (9%), las especies con menor representación fueron *P. depressum*, *C. extensum* y *C. candelabrum* alcanzando una concentración de 27 cel/m<sup>3</sup> (2%).

**Figura 23.** Densidad vertical de dinoflagelados del primer muestreo del mes de octubre



#### 9.4 Prueba de normalidad

La prueba de Normalidad de Shapiro Wilk se empleó en todos los datos registrados en los arrastres superficiales y verticales obteniendo un valor inferior al rango de significancia (0.05), (Tabla. 21 y 22), por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para comparar las distribuciones de las especies identificadas entre las estaciones analizadas en cada salida mediante el análisis de sus medianas.

## 9.5 Distribución superficial y vertical de agosto.

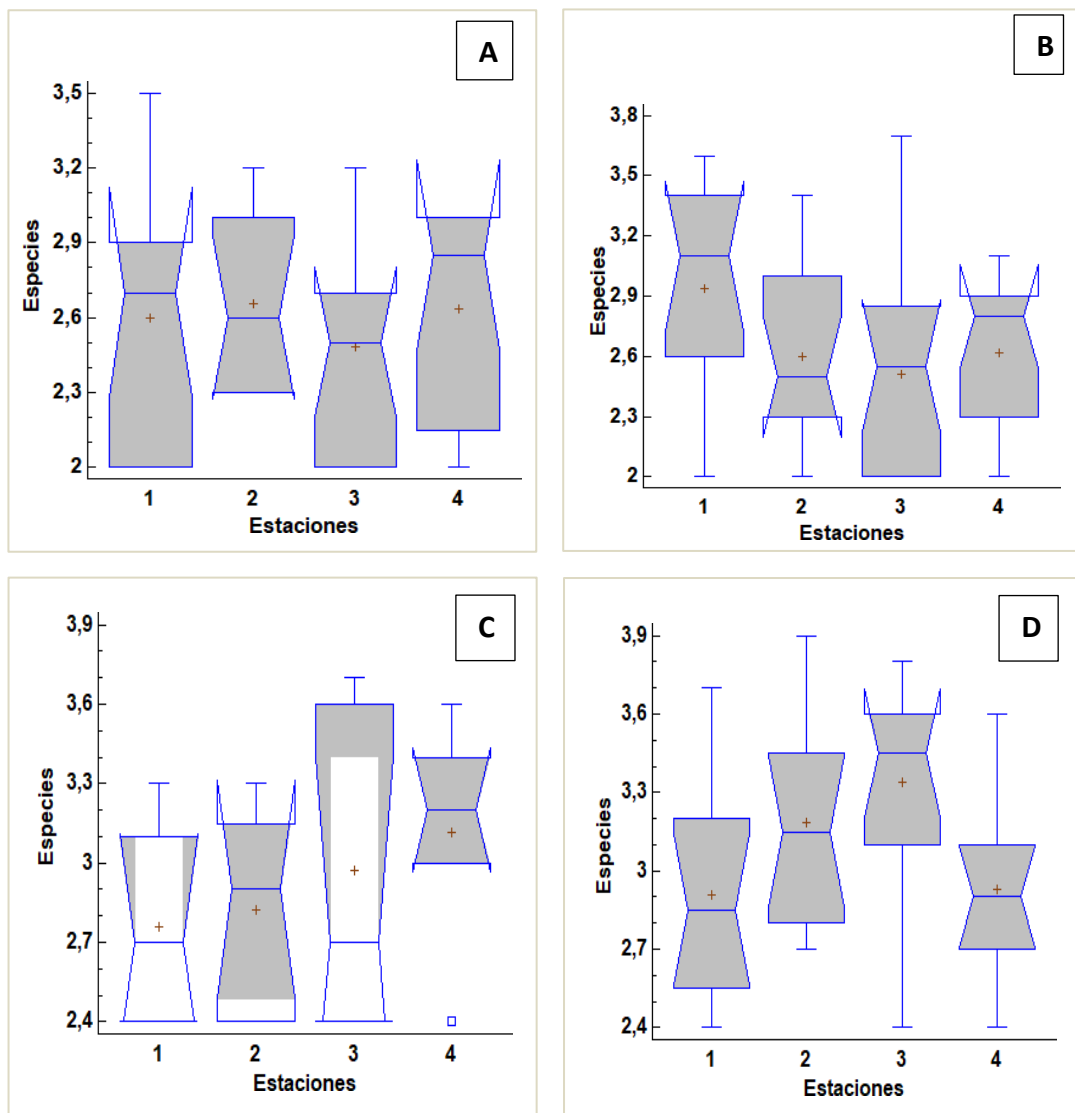
En la figura 24 se muestra el análisis de distribución entre las cuatro estaciones analizadas en los dos muestreos superficiales y verticales del mes de agosto. Los arrastres superficiales mantuvieron distribuciones sin diferencias significativas ya que sus medianas se ubican en rangos similares en ambos muestreos indicando comunidades homogéneas, lo que se confirmó mediante la prueba de Kruskal Wallis con valores mayores al rango de significancia establecido (0.05), con un valor  $p = 0.71406$  en el primer muestreo (Fig. 24A) y  $p = 0.170818$  en el segundo (Fig. 24B).

En el primer muestreo vertical (Fig. 24C) en la estación 4 se registró un valor atípico inferior, correspondiente a una observación puntual de baja densidad, sin embargo, estadísticamente mediante la prueba de Kruskal – Wallis con un valor de  $p = 0.411095$ , evidencio que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones en este muestreo. En contraste, en el segundo muestreo vertical, presentó un valor de  $p = 0.045092$ , sugiriendo que existieron diferencias entre al menos una de las estaciones muestreadas (Fig. 24D).

Esto refleja que agosto mostró una dispersión moderada en las densidades de dinoflagelados, con valores que reflejan incrementos o disminuciones puntuales en ciertas estaciones, sin embargo, la prueba de Kruskal-Wallis indicó que estas

diferencias no fueron estadísticamente significativas, con la excepción en el segundo muestreo vertical, lo que confirma las condiciones ambientales influyeron de manera distinta en la superficie respecto a la columna de agua.

*Figura 24. Diagrama de cajas y bigotes de arrastres superficiales y verticales del mes de agosto.*



*Nota: A. primer muestreo superficial; B. segundo muestreo superficial; C. primer muestreo vertical; D. segundo muestreo vertical.*

## 9.6 Distribución superficial y vertical de septiembre

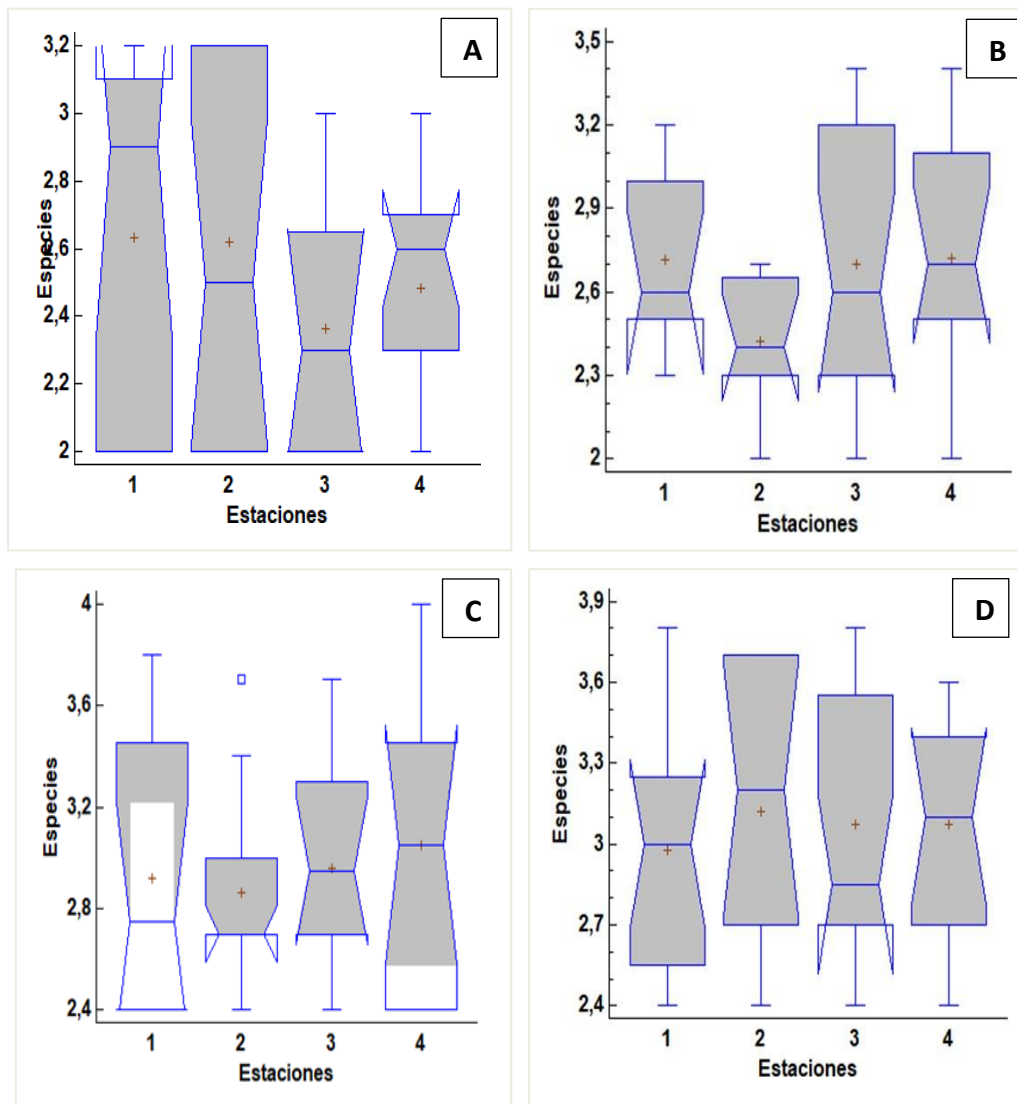
En la figura 25 se muestra el análisis de distribución entre las cuatro estaciones del mes de septiembre de los arrastres superficiales y verticales en ambos muestreos. En el primer muestreo superficial (Fig. 25A) destaca la estación 1 con mediana superior, lo que indica mayor abundancia de dinoflagelados, mientras que en el segundo muestreo (Fig. 25B) las medianas fueron similares entre sí, lo que indica que mantuvieron distribuciones relativamente homogéneas. Estos patrones fueron corroborados mediante la prueba de Kruskal-Wallis, que arrojó un valor de  $p = 0.545062$  en el primer muestreo y  $p = 0.417441$  en el segundo, confirmando la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones

El primer muestreo vertical (Fig. 25C) reflejó un valor atípico, específicamente en la estación 2, que reflejó una abundancia excepcionalmente elevada de dinoflagelados en comparación con el resto de estaciones, sin embargo, los valores obtenidos mediante la prueba de Kruskal Wallis dieron como resultado  $p = 0.863491$ . En la segunda salida (Fig. 25D) se evidenció mayor estabilidad en cuanto a la distribución de las muestras, con medianas similares en la estación 1, 2 y 4, se obtuvo un valor de  $p = 0.906025$ , lo que demostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones en los muestreos verticales.

Septiembre mostró una mayor dispersión en las densidades de dinoflagelados, con

medias más altas y presencia de valores extremos que reflejan incrementos puntuales en ciertas estaciones. Sin embargo, la prueba de Kruskal-Wallis indicó que la distribución de abundancias se mantuvo homogénea en términos estadísticos, sin diferencias consistentes entre los grupos de muestreo.

*Figura 25. Diagrama de cajas y bigotes de arrastres superficiales y verticales del mes de septiembre.*



*Nota: A. primer muestreo superficial; B. segundo muestreo superficial; C. primer muestreo vertical; D. segundo muestreo vertical*

## 9.7 Distribución superficial y vertical de octubre

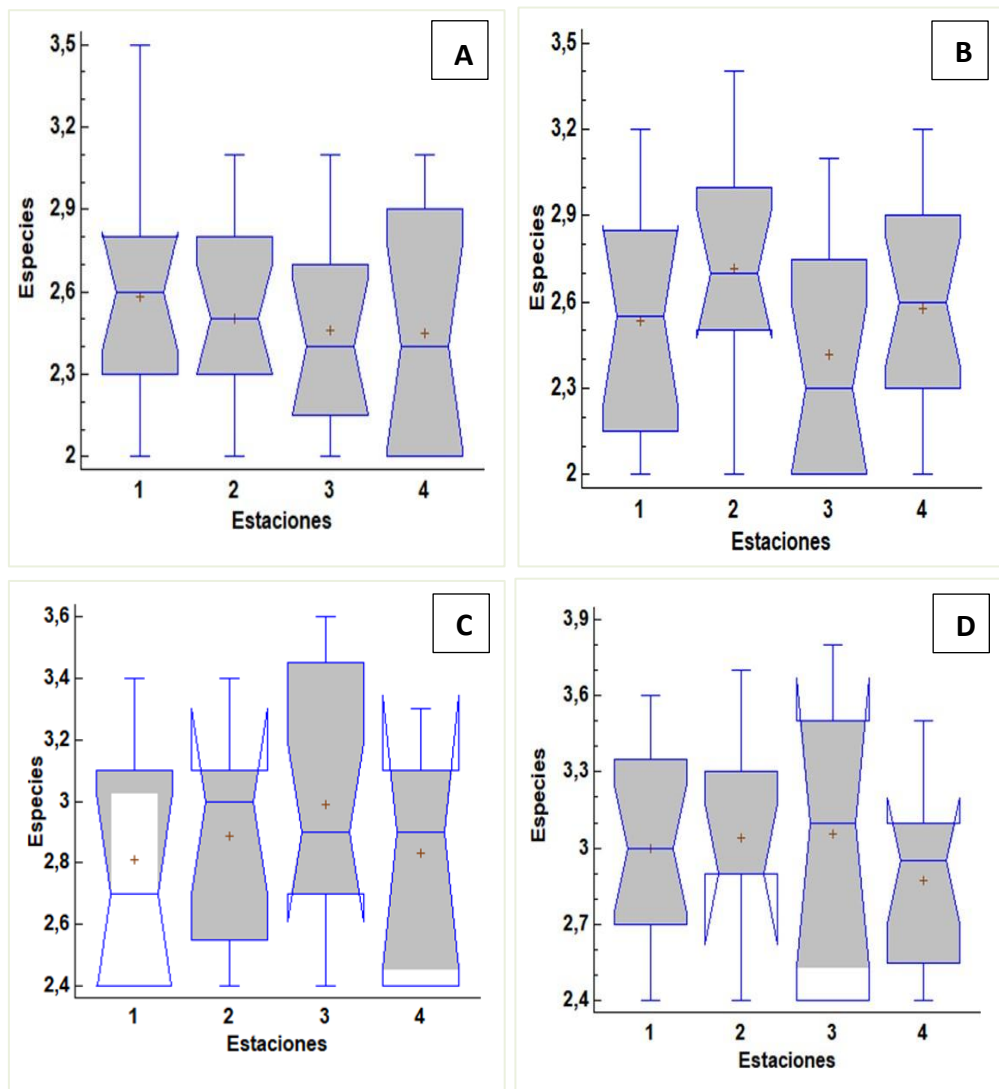
En la figura 26 se muestra el análisis de distribución entre las cuatro estaciones analizadas en el mes de octubre en ambas técnicas de muestreo. En el primer arrastre superficial (Fig. 26A) las medianas fueron relativamente similares. Por otro lado, en el muestreo dos (Fig. 26B) destaca la estación 2 con relación a las medianas analizadas, lo que indica que las abundancias de dinoflagelados fueron mayores de manera consistente en este sitio durante el muestreo, sin embargo, la prueba de Kruskal Wallis reflejó valores mayores al rango de significancia establecido (0.05), con un valor  $p = 0.869317$  en el primer muestreo y  $p = 0.263795$  en el segundo, lo que confirma que no existieron diferencias estadísticamente significativas en los muestreos superficiales.

En el primer muestreo vertical (Fig. 26C) la estación 2 muestra una mediana ligeramente superior, lo que sugiere una mayor abundancia en comparación con las estaciones restantes, mientras que en el último muestreo vertical (Fig. 26D) se evidencia gráficamente homogeneidad en relación a sus medianas, pese a las diferencias descritas, la prueba de Kruskal - Wallis reflejo valores de  $p = 0.736824$  en el primer muestreo y  $p = 0.786964$  en el segundo, lo cual asegura que no existió diferencias significativas según el análisis estadístico aplicado.

En términos generales, la mayoría de los muestreos no presentó diferencias

estadísticamente significativas según la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, lo que indica que las abundancias de dinoflagelados se mantuvieron relativamente homogéneas entre las estaciones y tipos de arrastre. Este resultado sugiere una distribución estable de la comunidad, con variaciones puntuales reflejadas en valores atípicos, pero sin evidencias de contrastes marcados entre los sitios evaluados.

*Figura 26. Diagrama de cajas y bigotes de arrastres superficiales y verticales del mes de octubre*



*Nota: A. primer muestreo superficial; B. segundo muestreo superficial; C. primer muestreo vertical; D. segundo muestreo vertical.*

## **9.8 Estructura comunitaria de agosto**

### **9.8.1 Arrastres superficiales**

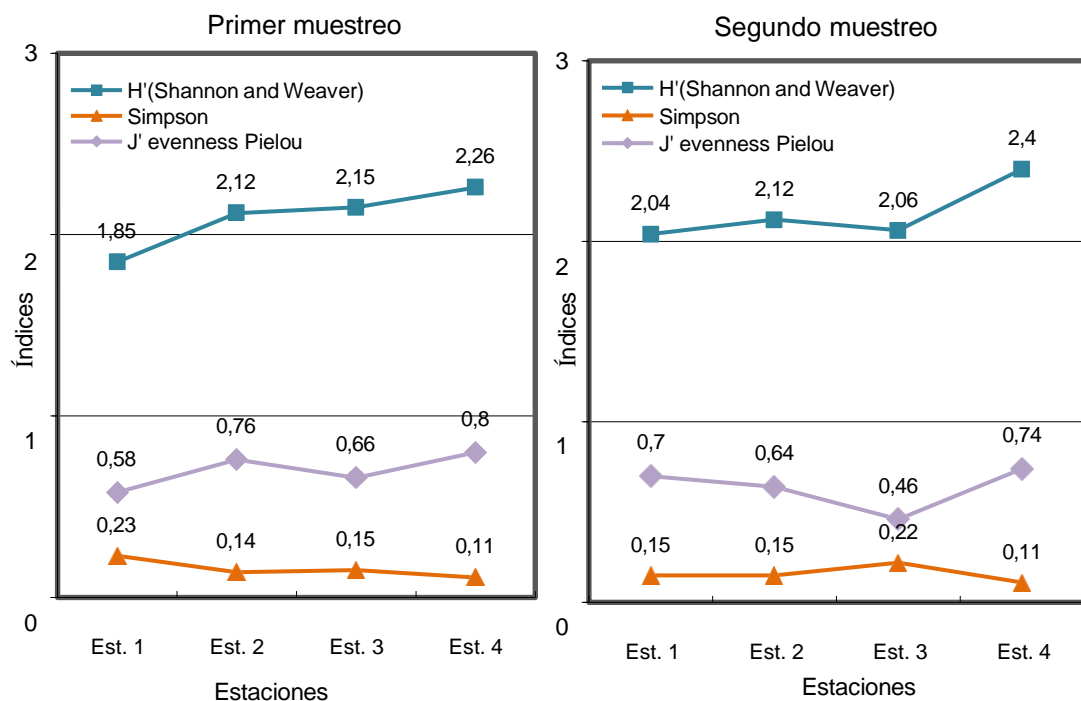
En la figura 27 se muestran los índices ecológicos calculados durante el mes de agosto. Por medio del índice de Shannon - Weaver ( $H'$ ) se evidenciaron valores relativamente altos en ambos muestreos demostrando una diversidad media, lo que indica una diversidad ecológica considerable en las estaciones. En el primer muestreo el valor más elevado se registró en la estación 4 con 2.26 bits y el valor menos elevado se observó en la estación 1 con 1.85 bits. En el segundo muestreo la estación 4 volvió a alcanzar la mayor diversidad con 2.40 bits, mientras que la estación 3 fue la menos diversa con valores de 2.06 bits. No obstante, se evidencia una diversidad relativamente uniforme entre las estaciones, ya que los valores obtenidos no presentan una variación significativa en ninguno de los dos muestreos, lo que sugiere una distribución estable de las especies presentes.

El índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) mostró valores moderados a altos en ambos muestreos. En el primer muestreo, las estaciones 2 y 4 presentaron los valores más elevados con 0.76 y 0.80 respectivamente, mientras que la estación 1 fue la menos equitativa registrando el valor más bajo con 0.58. En el segundo muestreo, la estación 4 volvió a destacar con el valor más alto (0.74), mientras que la estación 3 presentó la menor equidad con 0.46, aunque existen diferencias leves entre estaciones en ambos muestreos, la estructura comunitaria se mantiene relativamente homogénea, asociada a condiciones ambientales estables.

El índice de Simpson presentó valores bajos en ambos muestreos, indicando una baja dominancia específica. En el primer muestreo la estación 1 exhibió un valor de 0.23 y en el segundo en la estación 3 obtuvo valores de 0.22, la estación 4 (0.11) se mantuvo como la menos dominada en ambos muestreos, lo que refuerza su perfil como una comunidad equitativa.

Estos resultados permiten afirmar que, durante este mes no existió proliferación de una especie en específico, ya que la estructura comunitaria se mantuvo homogénea y balanceada en ambos muestreos superficiales.

*Figura 27. Índices ecológicos del primer y segundo muestreo superficial de agosto.*



### 9.8.2 Arrastres verticales

Para el arrastre vertical (Fig. 28) realizado en el mes de agosto, el primer muestreo indicó que la diversidad de Shannon - Weaver reflejó una fluctuación significativa alcanzando su punto más alto en la estación 2 con 1.85 bits, señalando que las especies se distribuyeron de manera completamente uniforme, mientras que el valor menos representativo se observó en la estación 3 con 1.48 bits. En el segundo muestreo la diversidad se mantuvo en rangos de 2.05 – 2.11 bits, demostrando una diversidad relativamente homogénea en este muestreo, la estación 3 fue la más representativa y la estación 4 alcanzó los 2.05 bits, pese a estas diferencias, se evidencia una diversidad media en ambos muestreos.

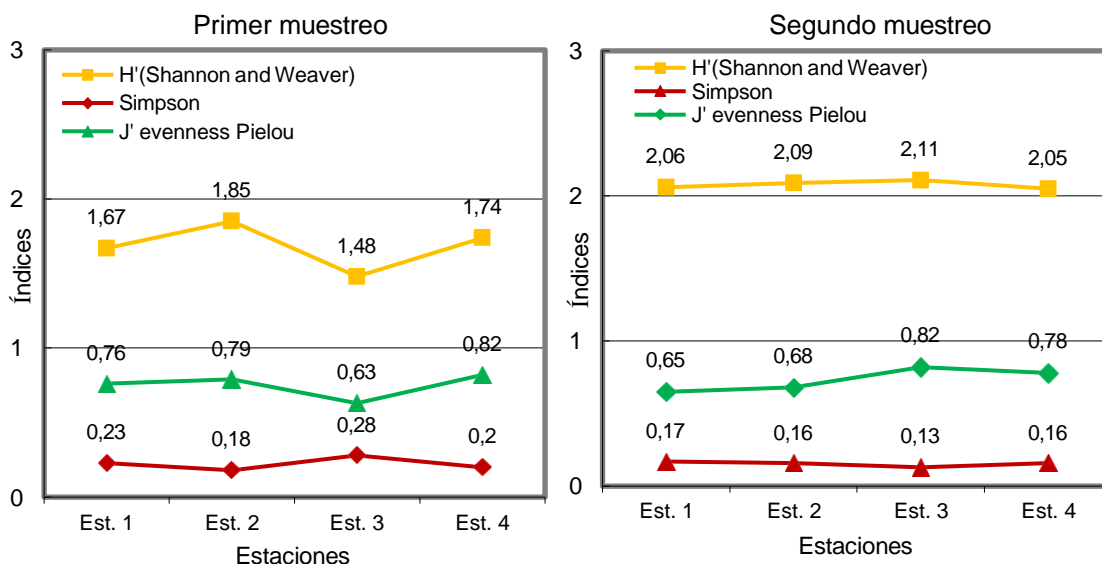
El índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) también mostró valores moderados a altos en ambos muestreos. En el primer muestreo, las estaciones 2 y 4 volvieron a presentar los valores más representativos con 0.79 y 0.82, en contraste la estación 3 presentó el menor valor de equidad (0.63) En el segundo muestreo, la estación 3 destacó con el valor más alto (0.82), mientras que la estación 1 fue la menos equitativa con 0.65, aunque la equidad específica se mantiene relativamente similar, existieron fluctuaciones en ciertas estaciones lo que podría estar relacionada a la interacción de las condiciones ambientales y las dinámicas comunitarias de cada estación.

Los bajos valores del índice de Simpson no superaron los 0.28 en ambos muestreos,

lo que denotó una baja dominancia en todas las estaciones, en el primer muestreo la estación 3 obtuvo un valor de 0.28 y la estación 2 valores de 0.18, el segundo muestreo mostró un perfil comunitario más homogéneo sin diferencias mayores en las estaciones (0.13 – 0.17), lo que denotó una comunidad más diversa y equitativa en este segundo periodo de estudio.

Aunque se observaron fluctuaciones puntuales entre estaciones en los muestreos verticales en cuanto al índice de Shannon, los valores se mantuvieron dentro de rangos relativamente homogéneos, ya que ninguna especie desplazó significativamente a las demás.

*Figura 28. Índices ecológicos del primer y segundo muestreo vertical de agosto.*



## **9.9 Estructura comunitaria de septiembre**

### **9.9.1 Arrastres superficiales**

En el primer muestreo superficial realizado en el mes de septiembre (Fig. 29) la diversidad de especies mediante el índice de Shannon-Weaver tuvo variaciones considerables entre las diferentes estaciones, con un mínimo de 1.68 bits en la estación 3 y un máximo de 2.38 bits en la estación 4, lo que evidencio que la abundancia estuvo mayor representada en esta estación, a diferencia del segundo muestreo que mostró ligeramente una mayor diversidad en la estación 2 con 2.26 bits, mientras que su menor diversidad se vio reflejada en la estación 1 con 1.74 bits.

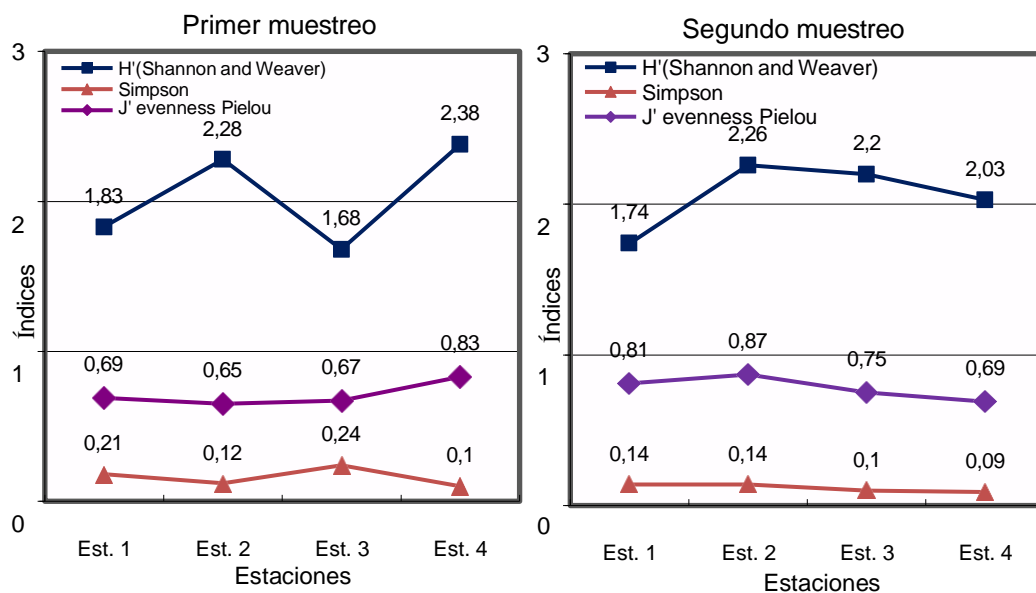
Por medio del índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) se evidencio que, en el primer muestreo, la estación 4 fue la más equitativa presentando valores de 0.83 respectivamente y la estación 2 presento el menor valor con 0.65, mientras que la situación en el 2 muestreo se observó una situación inversa, en este caso en la estación 2 se evidencio mayor equidad con 0.87 y la estación 4 fue la menos representativa en términos de equitatividad con 0.69.

La dominancia de Simpson fue consistentemente baja en los muestreos superficiales del mes de septiembre, en el muestreo 1, la estación 3 presentó un valor de 0.24 y la cuarta estación 0.10, mientras que en el segundo muestreo en la

estación 1 y 2 presentaron 0.14, estos valores reflejan una alta diversidad en ambos muestreos superficiales.

En términos generales, los índices ecológicos superficiales de septiembre evidenciaron una comunidad con diversidad media, equidad moderada y baja dominancia específica, esto refleja una estructura comunitaria estable.

*Figura 29. Índices ecológicos del primer y segundo muestreo superficial de septiembre*



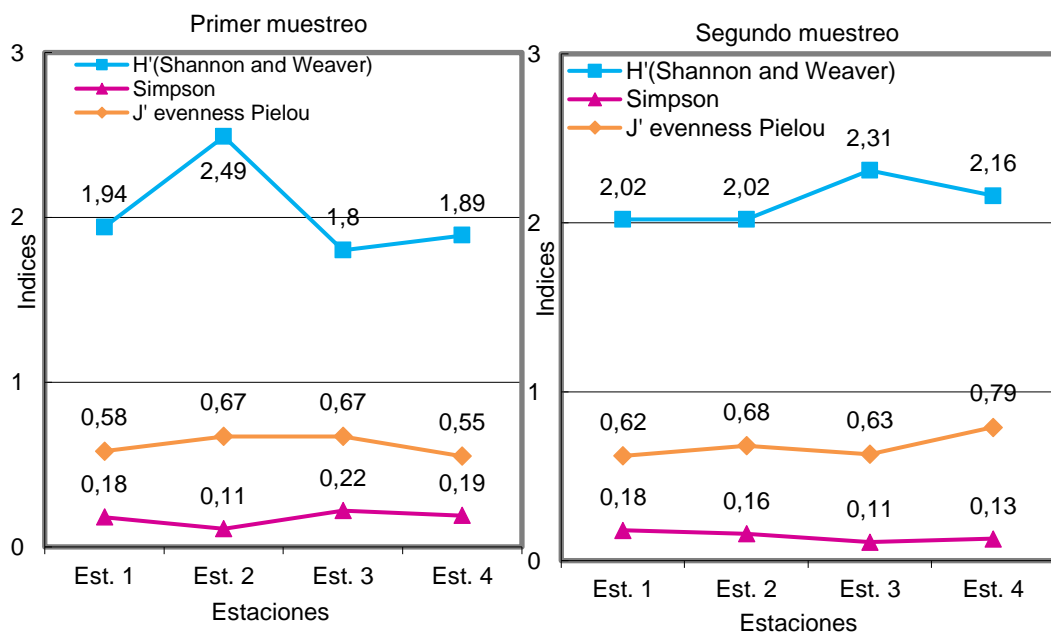
### 9.9.2 Arrastres verticales

En los muestreos verticales (Fig. 30), el índice de diversidad de Shannon - Weaver (H') mostró mayor variación en el primer muestreo, con un máximo de 2.49 bits en la estación 2 siendo la más diversa y un mínimo de 1.80 bits en la estación 3, en contraste al segundo muestreo, presentando un valor similar en la estación 1 y 2 con 2.02 lo que las reflejó como las estaciones menos diversas, llegando a un pico de

2.31 bits en la estación 3. La uniformidad de Pielou ( $J'$ ) fue similar para ambos períodos, con valores que indican una distribución relativamente homogénea de la abundancia de especies. En el primer muestreo las estaciones más equitativas fueron la segunda y cuarta con (0.67) y la menos representativa en la equitatividad fue la estación 4 (0.55), el segundo muestreo fue ligeramente superior con 0.79 en la estación 4.

El índice de dominancia de Simpson arrojó valores relativamente bajos en relación con esta, indicando que los individuos están distribuidos equitativamente. En el primer muestreo la estación 3 presentó un valor de 0.23 y en el segundo muestreo la estación 1 obtuvo valor de 0.20, ambos muestreos mostraron el menor valor en la segunda estación (0.11).

Figura 30. Índices ecológicos del primer y segundo muestreo vertical de septiembre



## **9.10 Estructura comunitaria de octubre**

### **9.10.1 Arrastres superficiales**

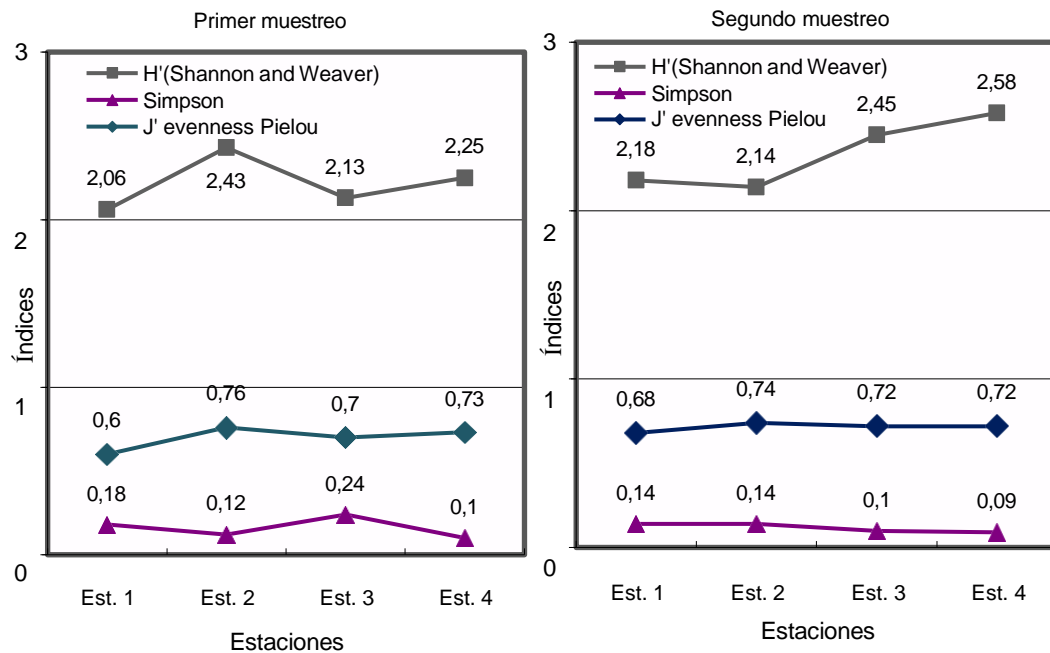
Los resultados de los índices de diversidad en los muestreos superficiales de octubre (Fig. 31) demostraron que el ecosistema mantiene una alta riqueza biológica, mediante el índice de Shannon–Weaver ( $H'$ ), durante el primer muestreo los valores fueron mayores en todas las estaciones alcanzando el mayor pico de diversidad en la estación 2 con 2.43 bits, mientras que su menor valor estuvo presente en la estación 1 con 2.06 bits, a comparación del segundo muestreo que mostró un aumento gradual en la diversidad culminando con un máximo de 2.58 en la estación 4, y mostrando menor diversidad con 2.18 bits en la primera estación.

El índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) mostró valores similares en los dos muestreos demostrando equitatividad en estos, en ambos muestreos la estación 2 presentó los valores más elevados, con 0.76 en el primero y 0.74 en el segundo, ambos muestreos presentaron menor equidad en la estación 1, esto muestra que la estructura comunitaria se mantuvo de manera homogénea durante el último mes de muestreo.

Además, el índice de Simpson continuó mostrando valores mínimos con relación a la dominancia, por lo que ninguna especie predominó en ningún muestreo superficial, la estación 3 presentó un valor de 0.24 y cuarta estación 0.10, por otro lado, en el segundo muestreo la estación 1 y 2 compartieron valores similares con

0.14, y 0.09 bits en la primera estación, estos valores totalmente inferiores a la dominancia muestran la alta diversidad encontrada durante los arrastres superficiales, lo que refleja una estructura comunitaria estable.

**Figura 31.** Índices ecológicos del primer y segundo muestreo superficial de octubre



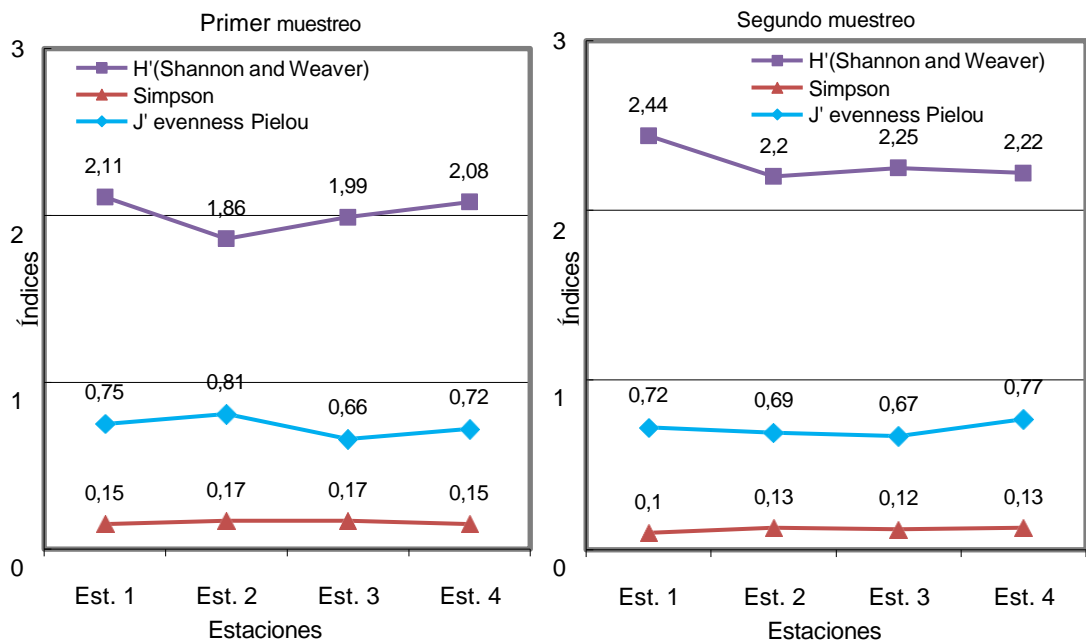
### 9.10.2 Arrastres verticales

El índice de diversidad empleado para los arrastres verticales del mes de octubre indicó que la comunidad de dinoflagelados se mantuvo alta y estable. Durante el primer muestreo, el índice de Shannon vario tanto en la estación 1 con 2.11 bits siendo la más diversa y su mínimo en la estación 2 con 1.86 bits, contrastando con el segundo muestreo, donde los valores aumentaron progresivamente de la estación 4 con 2.22 bits hasta su punto máximo de 2.44 bits en la última estación de muestreo. La equitatividad representada por el índice de Pielou arrojó valores altos, en el primer muestreo vertical de octubre, la estación 2 fue la más uniforme con 0.81,

mientras que la menos equitativa fue la tercera estación con 0.66, en el último muestreo vertical se evidencio la cuarta estación como la más representativa con 0.77, lo que reflejó una distribución homogénea de la abundancia entre las especies.

El índice de dominancia de Simpson se mantuvo en niveles extremadamente bajos, con rangos de 0.15 – 0.17 en el primer muestreo y en el segundo con valores de 0.10 a 0.13, lo que confirma la ausencia de una marcada dominancia de una sola especie. En síntesis, la combinación de valores altos en Shannon-Weaver, junto con la equitatividad de Pielou y los bajos niveles de Simpson, evidencian que la estructura comunitaria permaneció equilibrada durante el estudio.

**Figura 32.** Índices ecológicos del primer y segundo muestreo vertical de octubre



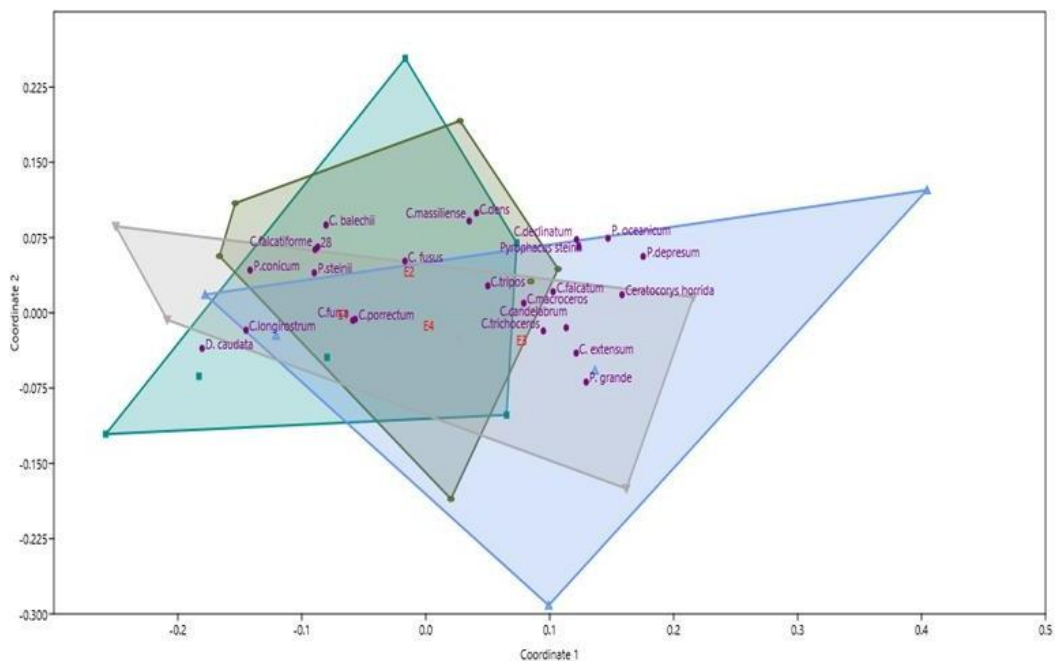
### 9.11 Análisis de similitud (ANOSIM) de arrastres superficiales.

El análisis ANOSIM aplicado a nivel superficial entre la abundancia de dinoflagelados y las estaciones de muestreo arrojó un R global de -0.007, lo que refleja una marcada similitud en la composición comunitaria entre las muestras. Este resultado sugiere que la distribución de las especies se mantuvo homogénea en las diferentes estaciones, sin evidenciar segregación espacial en la comunidad.

### 9.12 Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) superficial

La ordenación nMDS superficial (Fig. 33) presentó un valor de Stress = 0.22, considerado aceptable para la representación de los datos. En el plano de ordenación no se evidenciaron agrupamientos definidos entre estaciones, y los polígonos de similitud mostraron superposición entre especies, lo que sugiere una estructura comunitaria homogénea y sin patrones espaciales marcados. Estos resultados refuerzan la interpretación de estabilidad ecológica durante el periodo de muestreo.

Figura 33. Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) superficial



### 9.13 Análisis de Correlación Canónica (CCA) superficial

En la figura 34 se muestra las correlaciones obtenidas entre las especies identificadas de los arrastres superficial y las variables fisicoquímicas del medio marino del Área Nacional de Recreación Playas Villamil. El análisis de varianza acumulada reflejó que los valores de los componentes (Axis) 1 y 2 en conjunto superaron el 50% lo que representa la estructura ecológica del sistema, explicando la mayor parte de la variabilidad.

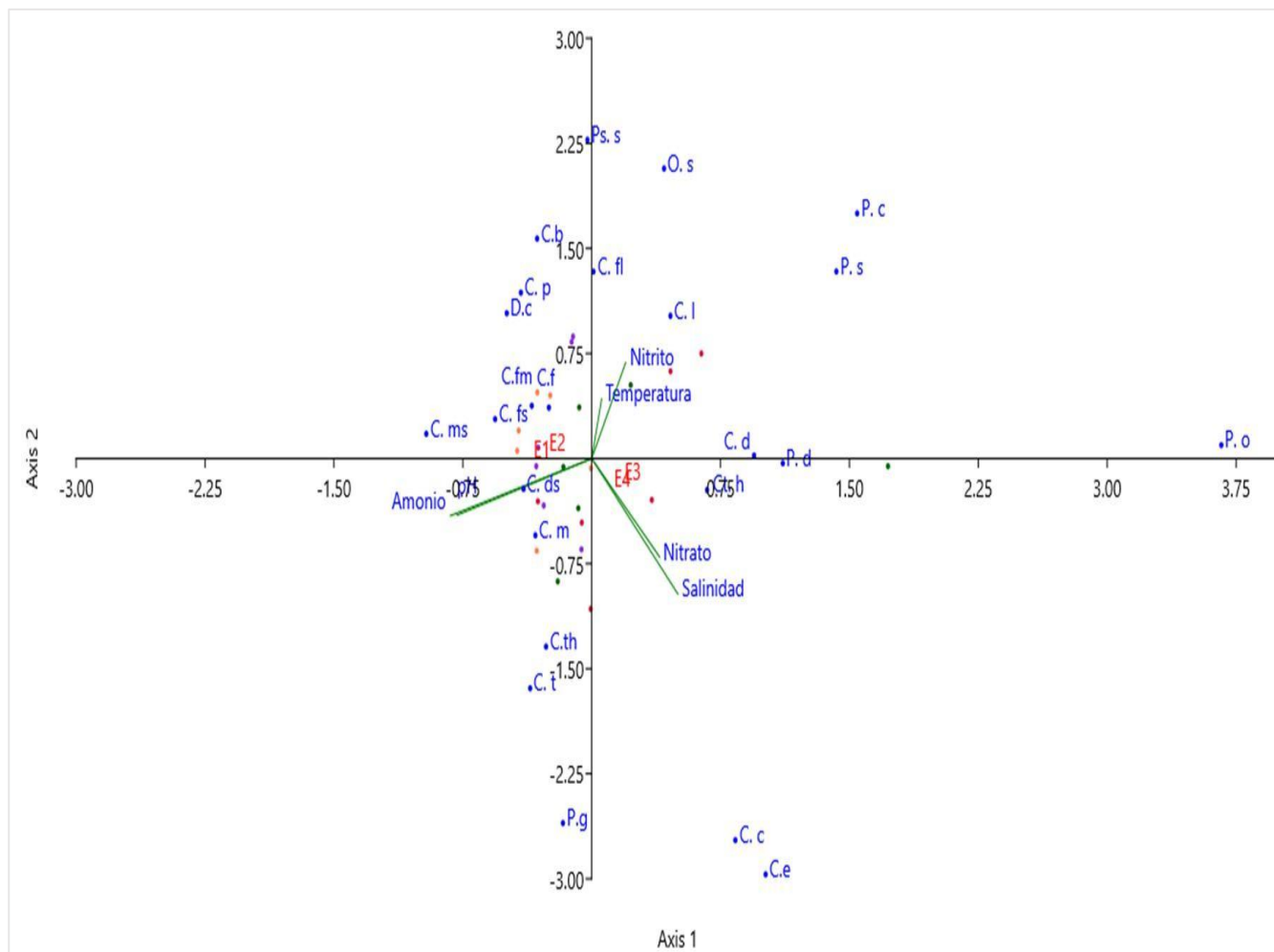
*C. longirostrum*, *C. falciforme*, *O. steinii*, *P. steinii*, *P. conicum* y *Pyrophacus steinii* presentaron una correlación positiva con la temperatura y el nitrito, lo que indica que estas especies prefieren un ambiente con un gradiente cálido y disponibilidad de este nutriente, esta relación sugiere que dichos gradientes favorecen su presencia en la capa superficial de la columna de agua, posiblemente vinculados a procesos de estratificación térmica y aportes de nutrientes. En contraste, las especies situadas en dirección opuesta a los vectores se relacionaron con condiciones más frías o con menor concentración de nutrientes, siendo estas; *C. fusus*, *C. furca*, *D. caudata*, *C. porrectum* y *C. balechii*, evidenciando la diversidad de respuestas ecológicas frente a los gradientes ambientales superficiales.

La salinidad y el nitrato mostraron una asociación positiva con las especies *C. conicum*, *C. extensum* y *Ceratocorys horrida*, indicando que estas especies prosperan en ambientes superficiales con mayor concentración de dichos factores. Por otro lado, las especies *P. grande*, *C. tripos*, *C. macroceros* y *C. trichoceros* presentaron una correlación negativa, indicando que su abundancia aumenta en condiciones de menor salinidad y nitrato. Esta disposición refleja respuestas ecológicas diferenciadas frente a los cambios en los factores ambientales, donde algunas especies prosperan en escenarios más enriquecidos, mientras otras se asocian a ambientes relativamente más pobres en nutrientes y con menor influencia salina.

Finalmente, las especies *C. dens*, *C. macroceros*, *C. tripos* y *C. trichoceros* mostraron una asociación positiva con los vectores de amonio y pH, lo que sugiere que estas especies se favorecen en ambientes con mayor disponibilidad de amonio y condiciones de pH relativamente elevadas. Estas relaciones indican una preferencia ecológica por escenarios superficiales enriquecidos en nutrientes.

Es importante mencionar que la ausencia de dominancia marcada en sus abundancias confirma que estas asociaciones no derivaron en floraciones algales, sino en una distribución estable dentro de la comunidad superficial identificada.

Figura 34. Análisis de correlación canónica (CCA) superficial



**Nota:** (**D.c**) *D. caudata*; (**C.f**) *C. furca*; (**C.fs**) *C. fusus*; (**C.l**) *C. longirostrum*; (**C.fl**) *C. falciforme*; (**C.p**) *C. porrectum*; (**C.ms**) *C. massiliense*; (**C.t**) *C. tripos*; (**C.d**) *C. declinatum*; **C.ds**: *C. dens*; (**C.m**) *C. macroceros*; (**C.c**) *C. candelabrum*; (**C.e**) *C. extensum*; (**C.th**) *C. trichoceros*; (**C.fm**) *C. falcatum*; (**C.b**) *C. balechii*; (**P.g**) *P. grande*; (**P.o**) *P. oceanicum*; (**P.d**) *P. depressum*; (**P.s**) *P. conicum*; (**P.s**) *P. steinii*; (**Cl.h**) *Ceratocorys horrida*; (**Ps.s**) *Pyrophacus steinii*; (**O.s**) *O. steinii*.

#### 9.14 Análisis de similitud (ANOSIM) de arrastres verticales.

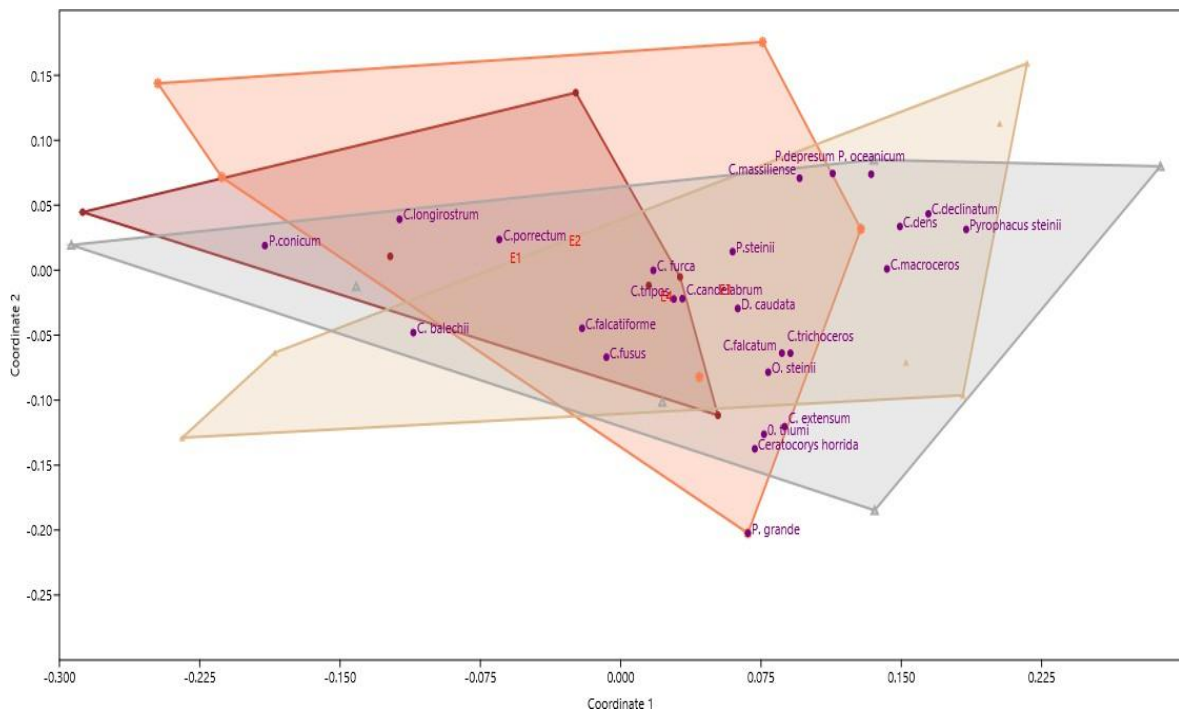
El análisis ANOSIM realizado sobre los arrastres verticales arrojó un R global de -0.0007, valor cercano a cero que refleja una marcada similitud en la composición de las comunidades entre estaciones. Este resultado sugiere que la estructura de los

dinoflagelados permaneció uniforme en el plano vertical, sin evidenciar separación estadística entre los muestreos.

### 9.15 Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) vertical

La ordenación NMDS correspondiente a los arrastres verticales (Fig. 35) presentó un valor de Stress = 0.20, considerado adecuado para la representación de los datos. En el plano de ordenación, las especies de dinoflagelados se distribuyeron sin formar agrupamientos definidos entre estaciones, y los polígonos de similitud mostraron superposición entre comunidades. Esta disposición gráfica sugiere una estructura comunitaria uniforme en el plano vertical, sin evidencia de patrones espaciales marcados durante el periodo de estudio.

*Figura 35. Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) vertical*



### 9.16 Análisis de Correlación Canónica (CCA) vertical.

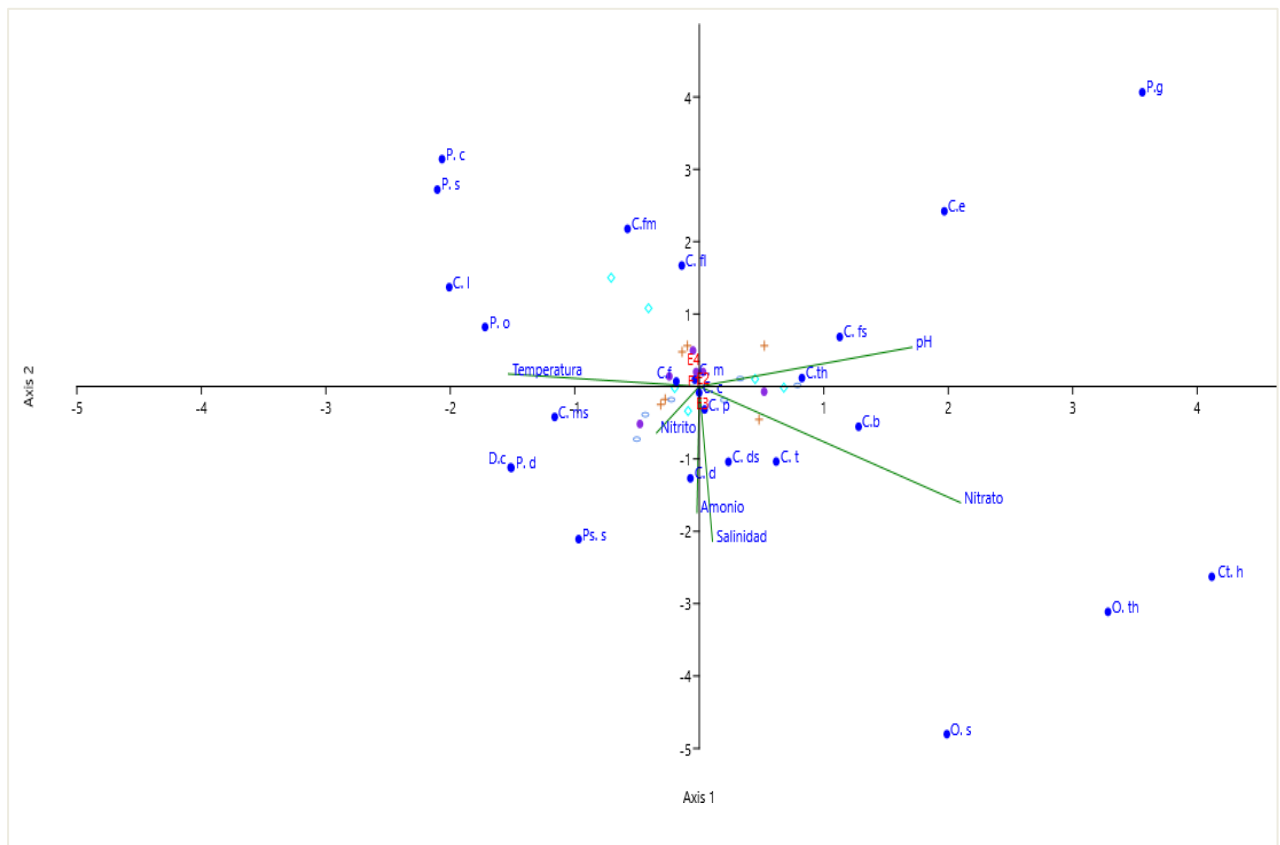
La Figura 36 muestra el análisis de correspondencia canónica entre las especies identificadas en los muestreos verticales, y las variables fisicoquímicas, los ejes seleccionados (Axis 1 y Axis 2) explican conjuntamente una proporción significativa de la variabilidad ecológica.

*P. oceanicum*, *C. longirostrum*, *C. furca*, *P. steinii* presentaron una relación positiva con la temperatura, lo que sugiere un incremento en su abundancia durante periodos cálidos, mientras que *C. fusus*, *C. trichoceros*, *C. extensum* y *P. grande* obtuvieron una correlación negativa con esta misma variable, sin embargo, tuvieron una correlación positiva al pH lo que se evidencio debido al ángulo de los vectores, mientras que *C. falcatiforme* y *C. falcatum* obtuvieron una correlación negativa lo que indica que cuando la concentración de pH aumenta, la densidad de esta especie tiende a disminuir. Esta disposición refleja respuestas ecológicas diferenciadas frente a la variación del pH en el ambiente marino, lo que influye en la composición y estabilidad de las comunidades fitoplanctónicas.

*C. balechii*, *C. tripos*, *O. thumii* y *Ceratocorys horrida* presentaron una correlación significativa al nitrato, lo que indica que estas especies prefieren ambientes en la que este nutriente aumenta. La salinidad y amonio se asociaron de manera positiva

a especies como *C. tripos*, *C. dens*, *C. declinatum* y *O. steinii*, mientras que *P. depressum*, *Pyrophacus steinii*, *C. massiliense* presentaron una correlación negativa frente a estos parámetros, mostrando en cambio una relación positiva con el nitrato. Estos patrones evidencian las asociaciones de las especies de dinoflagelados en función de los gradientes ambientales, reflejando respuestas diferenciadas ante la disponibilidad de nutrientes y las condiciones fisicoquímicas del medio marino.

**Figura 36.** Análisis de correlación canónica (CCA) vertical



**Nota:** (D.c) *D. caudata*; (C.f) *C. furca*; (C.fs) *C. fusus*; (C.l) *C. longirostrum*; (C.fl) *C. falcatiforme*; (C.p) *C. porrectum*; (C.ms) *C. massiliense*; (C.t) *C. tripos*; (C.d) *C. declinatum*; C.ds: *C. dens*; (C.m) *C. macroceros*; (C.e) *C. candelabrum*; (C.th) *C. trichoceros*; (C.fm) *C. falcatum*; (C.b) *C. balechii*; (P.g) *P. grande*; (P.o) *P. oceanicum*; (P.d) *P. depressum*; (P.c) *P. conicum*; (P.s) *P. steinii*; (Ct.h) *Ceratocorys horrida*; (Ps.s) *Pyrophacus steinii*; (O.s) *O. steinii*; (O.th) *O. thumi*

Es importante destacar que, a lo largo del estudio se observaron asociaciones específicas entre especies identificadas de dinoflagelados y variables ambientales, sin embargo, no se evidenció una dominancia marcada de una sola especie, lo que confirma que las condiciones ambientales del ANRPV durante el periodo de estudio favorecieron a una estructura ecológica equilibrada, contribuyendo así a la conservación del ecosistema marino del Área Protegida.

## 10 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante la investigación realizada en el ecosistema marino de Playas Villamil desde agosto a octubre de 2025 proporcionaron información detallada evidenciando una alta diversidad de dinoflagelados, en los arrastres superficiales se identificaron 24 especies y en los verticales 25, este número es comparable con el estudio de Beltrán (2024) en la bahía de Santa Elena, donde se registraron 25 especies, lo que confirma que la región costera ecuatoriana mantiene una riqueza fitoplanctónica significativa. La presencia abundante del género *Ceratium* sugiere que estas especies tienen una tolerancia ecológica frente a las fluctuaciones del medio marino según Bordet (2019) reforzando su papel como grupo dominante en ambientes costeros.

La migración vertical, descrita por Arriola & Reyes (2017) es el movimiento que realizan las especies del fitoplancton en la columna de agua, en su estudio en el cual se realizó a diversas profundidades, incluyendo 10 m, hace mención que el género *Ceratium* fue el más abundante, misma situación evidenciada en la investigación realizada, lo que sugiere que este grupo de especies presentan una estabilidad ecológica importante en la columna de agua a lo largo del día, además, Salinas en 2014 señaló que este género tiende a ser el más representativo debido que la mayoría de sus especies son cosmopolitas de aguas costeras. Lo que explica su capacidad de adaptarse a variaciones ambientales.

El análisis de Kruskal - Wallis y (ANOSIM) mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones, es decir que, las comunidades de dinoflagelados están distribuidas de manera homogénea en el área de estudio debido al aporte de las corrientes marinas (Bopp et al., 2003).

Los índices ecológicos confirmaron esta estabilidad debido a que los valores de Shannon reflejaron diversidad media - alta, mientras que la baja dominancia (Simpson) y la equitatividad de Pielou evidencian una distribución uniforme de abundancias. Estos resultados contrastan con Vera, 2004, quien reportó variabilidad mensual en especies dominantes, sugiriendo que en Playas Villamil la época seca mantiene condiciones más estables, descartando la incidencia de posibles floraciones algales nocivas (FAN).

En el estudio realizado por Rojas & Pardo (2024) donde se analizaron las abundancias del fitoplancton, según el escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), se evidenció que los valores se encontraron separados, lo que evidencia una diferencia entre las variables analizadas, en contraste al estudio que mostró una gráfica de similitud entre las muestras, con valores de stress = 0.22 para los arrastres superficiales y 0.20 para los verticales estos resultados permiten deducir que, aunque se evidenciaron variaciones en la abundancia de especies, la composición general de la comunidad de los dinoflagelados se mantiene relativamente constante

y homogénea.

El estudio realizado por Beltrán en 2024, mediante el análisis de correlación canónica (CCA) presentó asociaciones entre las especies identificadas y las variables analizadas, donde *C. fusus* se asoció con la temperatura, al igual que en el presente estudio de manera negativa en ambas técnicas de muestreo. Por otro lado, *C. furca var. furca* se asoció negativamente con esta variable de manera superficial, lo que sugiere que prosperan en condiciones más oligotróficas, esta diferenciación ecológica entre especies confirma la sensibilidad de los dinoflagelados a los gradientes ambientales, hallazgo que coincide con investigaciones realizadas en el Pacífico mexicano y colombiano, según lo documentado por (Escarcega y colaboradores en 2023)

La salinidad se asoció positivamente con la presencia de *C. conicum* y *C. extensum* en los arrastres superficiales, mientras que el nitrato favoreció a la aparición de *Ceratocorys horrida*, *O. thumi* y *C. tripos* de manera vertical, por otro lado, *P. grande* y *C. trichoceros* se asociaron positivamente con el pH, lo que indica que las variaciones en los parámetros fisicoquímicos del medio marino se asocian directamente a la abundancia de las especies, modificando su estructura comunitaria (Jacobo & Sánchez, 2025).

Según Altamirano (2022), las investigaciones donde se puede evidenciar la relación

entre especies del fitoplancton y los parámetros fisicoquímicos del medio permiten detectar posibles cambios oceanográficos y como esto puede incluir en la presencia de estos, por otro lado, especies de fitoplancton incluyendo a los dinoflagelados suelen ser considerados como indicadores biológicos ante cualquier cambio físico o químico del medio acuático.

Los hallazgos obtenidos en el presente estudio refuerzan la importancia de establecer estrategias de monitoreo costero en el Área Nacional de Recreación Playas Villamil, considerando la sensibilidad de los dinoflagelados frente a variaciones fisicoquímicas, esto permitiría anticipar la ocurrencia de floraciones algales nocivas (FAN) y reducir sus impactos sobre la biodiversidad marina, la pesca artesanal y la salud pública.

## 11 CONCLUSIONES

Mediante el método de Semina se caracterizó la composición y abundancia de dinoflagelados en el Área Nacional de Recreación Playas Villamil. Durante los muestreos realizados en los meses de agosto, septiembre y octubre, se identificaron 24 especies en los arrastres superficiales y 25 en los verticales, distribuidas en seis géneros; *Ceratium*, *Dinophysis*, *Protooperidinium*, *Pyrophacus*, *Ceratocorys* y *Ornithocercus*. en la mayoría de los muestreos, las especies con mayor densidad fueron *Ceratium fusus* y *C. furca var furca* en ambos arrastres, además, la variabilidad mensual observada, evidencia una comunidad fitoplanctónica activa y funcional influenciada por las condiciones ambientales favorables del ecosistema marino.

A través de los índices de Shannon - Wiener y Pielou se registró una alta diversidad y equidad entre las comunidades, los bajos valores del índice dominancia de Simpson, evidenciaron una distribución uniforme entre las especies registrados, sin ninguna especie dominante por encima de otra favoreciendo a la estabilidad funcional marina sin dejar indicios de posibles floraciones algales nocivas (FAN), además, los análisis estadísticos no paramétricos de Kruskal - Wallis, ANOSIM y nMDS, confirmaron la homogeneidad entre estaciones y arrastres sin diferencias significativas en la estructura comunitaria, lo que indica la estabilidad ecológica marina durante el periodo de estudio.

El análisis de correlación canónica (ACC) reveló asociaciones significativas entre las especies de dinoflagelados y las variables ambientales evaluadas, estos patrones indican que las condiciones ambientales influyen directamente en su distribución espacial y temporal consolidando su rol como bioindicadores en ambientes costeros. Estos hallazgos aportaron información técnica clave para el monitoreo ecológico del ANRPV, respaldando su conservación como área marina protegida de alto valor biológico y otorgando relevancia a la anticipación de FAN. De esta manera, se fortalece la capacidad de gestión preventiva y se sientan bases científicas para el diseño de estrategias de manejo adaptativo, contribuyendo a la sostenibilidad de los ecosistemas marinos y al bienestar de las comunidades que dependen de ellos.

## **12 RECOMENDACIONES**

Realizar monitoreos constantes para comprender el nivel actual de productividad primaria en la zona, abarcando así un alcance más amplio, integrando variaciones espaciales y temporales del ecosistema. De esta manera será posible anticipar floraciones algales nocivas, que representan riesgos ecológicos y socioeconómicos, la implementación de este seguimiento contribuirá a una gestión sostenible y preventiva de los recursos marinos.

Se recomienda realizar análisis de nutrientes, particularmente fosfatos, junto con otros parámetros fisicoquímicos relevantes. Estos estudios permitirán establecer asociaciones directas entre las especies de dinoflagelados y las condiciones ambientales.

Se sugiere identificar de manera integral todos los grupos que conforman el fitoplancton en la zona de estudio. Este análisis permitirá conocer el estado actual de la productividad primaria desde una perspectiva más completa. De esta forma, se fortalecerá la comprensión del ecosistema y se promueve una gestión sostenible de los recursos marinos.

### 13 BIBLIOGRAFIAS

- Almanza, V., Bicudo, C., Parra, O., & Urrutia, R. (2016). Características morfológicas y limnológicas de las floraciones de *Ceratium furcoides* (Dinophyta) en un lago somero de Chile Central. *Limnetica*, 253–268. <https://doi.org/10.23818/limn.35.21>
- Alvarado. (2012). Abundancia y distribución vertical de quistes de dinoflagelados (Gonyaulacales y Peridinales) en sedimentos del golfo de Fonseca, departamento de La Unión. *Universidad de El Salvador*.
- Andrade, C. (2019). Distribución estacional y ecología de las medusas (cnidarias: hydrozoa) en la zona costera sur de la bahía de Santa Elena durante el período (octubre 2004 – octubre 2005). *Acta Oceanográfica Del Pacifico*.
- Arriola, A., & Reyes, E. (2017). Vertical migration of phytoplankton in lake Atitlan. *Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas*, 27(1).
- Bárcena, A., & Padro, A. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. *Naciones Unidas - CEPAL*. [www.un.org/sustainabledevelopment/es](http://www.un.org/sustainabledevelopment/es)
- Beltrán, A. (2024). Distribución y Abundancia de Dinoflagelados y su relación con los parámetros abióticos en la Bahía de Santa Elena- Ecuador. *Universidad Estatal Península de Santa Elena*.
- Boltovskoy. (1995). Taxonomía y morfología de los dinoflagelados: Métodos de trabajo. *Instituto de Limnología*.
- Bopp, L., Aumont, O., Belviso, S., & Monfray, P. (2003). Potential impact of climate change on marine dimethyl sulfide emissions. *Tellus*, 55, 11–22.

- Bordet, H. (2019). Factores reguladores de floraciones potencialmente tóxicas en el Embalse de Salto Grande. *Universidad de Buenos Aires*.
- Brenckman, C. M., Parameswarappa, M., Pennock, W. H., Ashraf, F., & Borgaonkar, A. D. (2025). A Review of Harmful Algal Blooms: Causes, Effects, Monitoring, and Prevention Methods. In *Water (Switzerland)* (Vol. 17, Issue 13). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/w17131980>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. In *Registro Oficial* (Vol. 449, Issue 20). [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
- Delgado del Villar, S., Alonso, R., & Jimenez-Gutierrez, L. (2021). Las extraordinarias formas de vida de los dinoflagelados del Pacífico mexicano. *Revista Digital Universitaria*, 22. <https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.4.3>
- Dutscher. (2019). Operation Manual FlexA-200 Microplate Reader. *Dutscher*.
- Escarcega, A., Núñez, M., Ruiz, M., Dreckmann, K. M., Zamudio, M., & Senties, A. (2023). Diversidad de dinoflagelados atecados del orden Gymnodiniales (Dinophyceae), con énfasis en aquellos formadores de florecimientos algales nocivos en las costas del Pacífico Mexicano. *Acta Botanica Mexicana*, 128. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1924>
- Figuroa, M., Muciño, R., & Almanza, S. (2022). State of knowledge of freshwater dinoflagellates in Mexico. *Hidrobiologica*, 32(3), 223–234. <https://doi.org/10.24275/UAM/IZT/DCBS/HIDRO/2022V32N3/FIGUEROA>
- A
- Gallardo, F. (2024). Dinoflagelados de España (incluyendo archipiélagos Balear

y Canario): Microorganismos trascendentes en proliferaciones de algas y producción de toxinas. *Universidad de Sevilla*.

Gárate I, Verdugo G, & González R. (2025). *Estrategias de alimentación del fitoplancton marino*. Coscyt.

<https://resonanciaincientifica.coscyt.mx/ciencia/ciencias-naturales/estrategias-de-alimentacion-del-fitoplancton-marino/>

García, D., Cajas, J., Bucheli, R., Escalante, D., & Macías, P. (2023). Floración algal del dinoflagelado epibentónico *Amphidinium carterae*, Hulburt, frente al malecón 2000 (septiembre 2023). *Instituto Publico de Investigación de Acuicultura y Pesca*.

Gómez, F. (2006). Historia de las investigaciones sobre dinoflagelados marinos en España. *Dialnet*, 29, 307–329.

González. (2016). Distribución espaciotemporal del fitoplancton en el Pacífico Ecuatorial Oriental, zona de la Región Niño 1 + 2. *Universidad de Salamanca*.

González M. (2015). Quistes de dinoflagelados del Eoceno del sudoeste de Santa Cruz Análisis bioestratigráfico y paleoambiental. *Universidad Nacional Del Sur*.

Haro, Chisag, Ruiz, & Caicedo. (2024). Tipos y clasificación de las investigaciones. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i2.1927>

Hernández, Fernández, & Baptista. (2014). Metodología de la investigación. *Best Seller*.

Hernández, R., Ortega, M., Sanchez, J., Alvarado, M., & Aguilera, M. (2011).

Distribución estacional del fitoplancton en un lago cálido monomítico en Michoacán, México. *Biologicas*.

<https://www.researchgate.net/publication/388891567>

Hernández Rosas, A., Meave del Castillo, M., Zamudio, M., & Castillo Rivera, M. (2007). Morfometría y distribución de especies del género *Ornithocercus* (Dinophysiales: Dinophyta) del Pacífico Mexicano Morphometry and distribution of species of the genus *Ornithocercus* (Dinophysiales: Dinophyta) from the Mexican Pacific. *Hidrobiológica*, *17*(3), 257–272.

Hoyos, J., Salon, J., & Mancera, J. (2019). Morphological aspects and first record of unarmored dinoflagellate *pronoctiluca spinifera* in the Colombian Caribbean. *Acta Biologica Colombiana*, *24*(2), 264–274. <https://doi.org/10.15446/abc.v24n2.70179>

Jacobo, N., & Sánchez, S. (2025). Variación del fitoplancton marino en relación a Los factores fisicoquímicos en Bahía de Samanco en invierno - primavera 2019 y verano 2023. *Inf Inst Mar Perú*, *52*(1), 19-28.

Jia, Y., Gao, H., Tong, M., & Anderson, D. M. (2019). Cell cycle regulation of the mixotrophic dinoflagellate *Dinophysis acuminata*: Growth, photosynthetic efficiency, and toxin production. *Harmful Algae*, *89*, 101672. <https://doi.org/10.1016/J.HAL.2019.101672>

Lauren, B. (2023). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, *18*(1), 117–143. <https://doi.org/10.1111/J.1442-9993.1993.TB00438.X>

Lee, J. L. N., Chiang, K. P., & Tsai, S. F. (2021). Sexual Reproduction in Dinoflagellates—The Case of *Noctiluca scintillans* and Its Ecological

Implications. *Frontiers in Marine Science*, 8.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2021.704398>

López, Okolodkov, Gárate, Boltovskoy, Flores, & Yabur. (2024). First records of Dinoflagellates from the Guadalupe Island biosphere Reserve, Baja California, Mexico. *Polibotanica*.

López R. (2019). *El fitoplancton, básico para la vida en la Tierra*. Gaceta UNAM. <https://www.gaceta.unam.mx/el-fitoplancton-basico-para-la-vida-en-la-tierra/>

Lozano Y, Vidal L, & Navas G. (2011). Lista de especies de dinoflagelados (dinophyta) registrados en el Mar Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*.

MAATE. (2025). MAATE-MAATE-2025-0059-A. *Ministerio Del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*.

Maciel, E., & Hernández, D. (2013). Especies de dinoflagelados atecados (Dinophyta) de la costa de Chiapas, sur del Pacífico Mexicano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 48(2), 245–259. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572013000200005>

MAE. (2021). Plan de Manejo Área Nacional Recreación Playas Villamil. MAE.

Meave del Castillo M, & Zamudio M. (2009). Dinoflagelados y Diatomeas del Pacífico tropical mexicano. *CONABIO*.

Menéndez J. (2014). *Los dinoflagelados*. Asturnatura.Com. <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/algas/dinophyta>

Ministerio de Agricultura, A. y M. A. (2013). Protocolo de muestreo de Fitoplancton en lagos y embalses. *Gobierno de España*.

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Mocaer, K., Mizzon, G., Gunkel, M., Halavatyi, A., Steyer, A., Oorschot, V., Schorb, M., Le Kieffre, C., Yee, D. P., Chevalier, F., Gallet, B., Decelle, J., Schwab, Y., & Ronchi, P. (2023). Targeted volume correlative light and electron microscopy of an environmental marine microorganism. *Journal of Cell Science*, 136(15). <https://doi.org/10.1242/jcs.261355>

Monroy, & Cruz. (2023). *Dinoflagelados: insólitos microorganismos acuáticos*.

Ciencia

UNAM.

<https://ciencia.unam.mx/contenido/galeria/213/dinoflagelados-insolitomicroorganismos-acuaticos>

Overy, P., Moran, J., Crushell, P., Lally, H., & Byrne, D. (2024). Assessing watercourse quality using results-based indicators in an agri-environment scheme. *Journal of Environmental Management*, 357. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120716>

Padro, Troccoli, & Cajas. (2017). Analysis of the trophic state and microphytoplankton in the coastal zone of Guayas Province, Ecuador. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 46(2), 91–114. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2017.46.2.729>

Palacio, M. (2006). Establecimiento de cultivos de dinoflagelados del pacífico mexicano. *Universidad Autónoma Metropolitana*.

Parra, D., Ramírez, A., & Hernández, D. (2011). Dinoflagelados (Dinophyta) de los órdenes Prorocentrales y Dinophysiales del Sistema Arrecifal Veracruzano, México. In *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN (Vol. 59, Issue 1)*.

- Paz K, Okolodkov Y, & Cobo F. (2024). Catálogo de Dinoflagelados Planctónicos. *USAC*.
- Pesantes, F. (2014). Dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil - 3 Edición. *INOCAR*.
- Pinto, D. (2025). Variabilidad y abundancia de dinoflagelados en la zona pesquera De Antoncito cantón salinas provincia de Santa Elena. *Universidad Estatal Península de Santa Elena*.
- Pla, L. (2006). *Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza*. Scielo.  
[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000800008](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008)
- Portillo, L., Hoyos, J., Quintana, H., & Garcés, L. (2021). Taxonomía del género Tripos en el Golfo de Urabá, Caribe colombiano. *Intropica*, 191–203.  
<https://doi.org/10.21676/23897864.4082>
- Quintana, H. (2017). Dinoflagelados Epífitos en la Costa Norte Del Golfo de Morrosquillo (Sucre, Colombia). *Universidad de Sucre*.
- Rodríguez, E., Rodríguez, R., & Ramírez, A. (2024). Aplicaciones del muestreo simple al azar para proporciones. In *Métodos cuantitativos aplicados a recursos naturales, medioambiente y la sostenibilidad* (pp. 11–36). Astra Ediciones. <https://doi.org/10.61728/ae24250023>
- Rojas Higuera, P. J., & Ortiz, J. R. (2007). Comportamiento del fitoplancton durante el evento Enos en el Océano Pacífico Colombiano. *Ingeniería de Recursos Naturales y Del Ambiente*.
- Rojas R, & Pardo, D. (2024). Phytoplankton diversity in the lower Magdalena

- River basin in relation to its hydrological regime. *Caldasia*, 46, 113–129.  
<https://doi.org/10.15446/CALDASIA.V46N1.100385>
- Ruiz, F. (n.d.). Técnicas de muestreo para zooplancton. *CERPER*.
- Sáenz, C., & Vilela, J. (2023). Determination of the Environmental Quality of the former Azalia and Chonta tailings dams (Pasco, Peru), through bird monitoring. *Revista Kawsaypacha. Sociedad y Medio Ambiente*, 11.
- Salcedo, J., Coello, D., Raúl, G. A., Lince, G., & Tanca, A. J. (2018). Dinámica del plancton en la primera milla náutica frente a la provincia de El Oro, Ecuador. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN, 66(2)*, 836–847.
- Salmerón, A. (2007). Progresos en el conocimiento de los ciclos de vida de dinoflagelados y diatomeas productoras de proliferaciones algales nocivas. *Universidad de Colima*.
- Samanez, I. (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. *Perú / Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología -- Lima: Ministerio Del Ambiente*.
- Sastre, V., Santinelli, N., Ferrario, M., Solís, M., Ortega, M., & Torrusio, S. (2021). Capítulo 2: Fitoplancton, metodología de estudio. *ResearchGate*.  
<https://www.researchgate.net/publication/352798579>
- Sousa, L., Rivas, M., & Pais, J. (2015). Dinoflagelados Nomenclatura portuguesa. *Ciencias de Terra*.
- Tapia, M. E. (2013). Composición y distribución del fitoplancton durante la prospección sísmica en la costa ecuatoriana, diciembre de 2008. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 18.

- Tapia M, Troccoli, Narea, & Naranjo. (2022). Fitoplancton en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado, Guayaquil-Ecuador. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*. <https://doi.org/10.54140/raop.v3i2.67>
- Torres G. (2015). Evaluación de mareas rojas durante 1968-2009 en Ecuador. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*.
- Varol, M. (2016). External morphological variations and temporal distribution of the dinoflagellate *ceratium hirundinella* in two dam reservoirs in the Tigris River Basin (Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 40(1), 112–119. <https://doi.org/10.3906/bot-1412-8>
- Vasca, & Euskal. (2015). Protocolo de muestreo, análisis y evaluación del fitoplancton en masas de agua de transición y costeras. *Agencia Vasca Del Agua*.
- Vera. (2004). Distribución y abundancia del fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados) en la bahía de Santa elena (La Libertad – Ecuador) durante octubre 2004 – octubre 2005”. *Universidad Estatal Península de Santa Elena*.
- Vidal. (2025). Comparación de la diversidad de fitoplancton entre la época seca y lluviosa en una laguna altoandina de la cordillera oriental del sur de los Andes del Ecuador. *Universidad de Azuay*.
- Wilke, T., Zinssmeister, C., & Hoppenrath, M. (2018). Morphological variability within the marine dinoflagellate *Ornithocercus quadratus* (Dinophysales, Dinophyceae) – evidence for three separate morphospecies. *Phycologia*, 57(5), 555–571. <https://doi.org/10.2216/17-126.1>

## 14 ANEXOS

**Tabla 3.** Densidad poblacional y porcentual del primer monitoreo superficial de agosto

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>D. caudata</i>	93	12%	21	3%	51	8%	-	-
<i>C. furca var furca</i>	62	8%	155	22%	134	21%	93	13%
<i>C. fusus</i>	330	43%	103	15%	176	28%	93	13%
<i>C. longirostrum</i>	72	9%	-	0%	10	2%	103	15%
<i>C. falcatiforme</i>	31	4%	103	15%	-	0%	72	10%
<i>C. porrectum</i>	72	9%	21	3%	10	2%	10	1%
<i>C. massiliense</i>	10	1%	41	6%	21	3%	10	1%
<i>C. tripos</i>	51	7%	-	-	10	2%	-	-
<i>C. declinatum</i>	-	-	31	4%	-	-	10	1%
<i>C. dens</i>	10	1%	-	-	31	5%	51	7%
<i>C. macroceros</i>	-	-	21	3%	10	2%	-	-
<i>P. steinii</i>	10	1%	21	3%	41	7%	21	3%
<i>P. conicum</i>	-	-	41	6%	41	7%	72	10%
<i>C. balechii</i>	-	-	134	19%	31	5%	62	9%
<i>P. oceanicum</i>	21	3%	-	-	62	10%	103	15%

<b>TOTAL</b>	<b>762</b>	<b>100%</b>	<b>692</b>	<b>100%</b>	<b>628</b>	<b>100%</b>	<b>700</b>	<b>100%</b>
--------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------

*Tabla 4. Densidad poblacional y porcentual del segundo monitoreo de agosto*

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>C. furca var furca</i>	279	18%	248	28%	10	1%	41	6%
<i>C. fusus</i>	207	14%	21	2%	10	1%	52	7%
<i>C. longirostrum</i>	-	-	10	1%	-	-	-	-
<i>C. falcatiforme</i>	41	3%	103	12%	-	-	-	-
<i>C. porrectum</i>	-	-	10	1%	51	5%	-	-
<i>C. massiliense</i>	372	24%	134	15%	41	4%	62	8%
<i>C. tripos</i>	124	8%	93	11%	31	3%	72	10%
<i>C. declinatum</i>	31	2%	31	4%	93	9%	62	8%
<i>C. dens</i>	228	15%	124	14%	62	6%	124	17%
<i>C. macroceros</i>	41	3%	41	5%	83	8%	134	18%
<i>C. candelabrum</i>	10	1%	-	-	10	1%	-	-
<i>C. extensum</i>	41	3%	10	1%	10	1%	21	3%
<i>C. trichoceros</i>	-	-	21	2%	41	4%	62	8%

<i>C. balechii</i>	145	10%	31	4%	-	-	-	-
<i>P. grande</i>	-	-	-	-	-	-	10	1%
<i>P. depressum</i>	-	-	-	-	124	12%	83	11%
<i>Ceratocorys horrida</i>	-	-	-	-	10	1%	10	1%
<i>P. steinii</i>	-	-	-	-	21	2%	10	1%
<i>O. steinii</i>	-	-	-	-	10	1%	-	-
<i>P. oceanicum</i>	-	-	-	-	466	43%	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1519</b>	<b>100%</b>	<b>877</b>	<b>100%</b>	<b>1073</b>	<b>100%</b>	<b>743</b>	<b>100%</b>

*Tabla 5. Densidad poblacional y porcentual del primer monitoreo vertical de agosto*

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>D. caudata</i>	55	10%	27	4%	-	-	-	-
<i>C. furca</i>	137	24%	164	22%	219	18%	164	13%
<i>C. fusus</i>	219	38%	82	11%	356	29%	247	20%
<i>C. longirostrum</i>	55	10%	27	4%	-	-	110	9%
<i>C. falcatiforme</i>	27	5%	137	19%	55	4%	164	13%
<i>C. porrectum</i>	55	10%	27	4%	55	4%	109	9%
<i>P. conicum</i>	27	5%	82	11%	-	-	411	33%
<i>C. balechii</i>	-	-	-	-	493	40%	-	-
<i>C. tripos</i>	-	-	192	26%	27	2%	-	-
<i>C. massiliense</i>	-	-	-	-	27	2%	27	2%
<b>TOTAL</b>	<b>575</b>	<b>100%</b>	<b>738</b>	<b>100%</b>	<b>1232</b>	<b>100%</b>	<b>1232</b>	<b>100%</b>

**Tabla 6.** Densidad poblacional y porcentual del segundo monitoreo de vertical de agosto

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>D. caudata</i>	27	2%	55	2%	-	-	-	-
<i>C. furca</i>	192	12%	850	29%	247	8%	82	7%
<i>C. fusus</i>	137	8%	164	6%	-	-	82	7%
<i>C. longirostrum</i>	55	3%	-	-	-	-	-	-
<i>C. falcatiforme</i>	-	-	137	5%	-	-	-	-
<i>C. porrectum</i>	110	7%	82	3%	27	1%	55	5%
<i>C. balechii</i>	55	3%	137	5%	-	-	-	-
<i>C. tripos</i>	247	15%	-	-	192	7%	-	-
<i>C. dens</i>	-	-	274	9%	329	11%	164	14%
<i>C. macroceros</i>	55	3%	-	-	384	13%	356	31%
<i>C. candelabrum</i>	27	2%	55	2%	-	-	-	-
<i>C. trichoceros</i>	27	2%	164	6%	137	5%	55	5%
<i>C. massiliense</i>	137	8%	603	21%	493	17%	137	12%
<i>C. declinatum</i>	-	-	55	2%	329	11%	137	12%
<i>P. oceanicum</i>	-	-	-	-	-	-	27	2%

<i>P. depressum</i>	548	34%	329	11%	658	22%	55	5%
<i>Pyrophacus steinii</i>	-	-	-	-	137	5%	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1617</b>	<b>100%</b>	<b>2905</b>	<b>100%</b>	<b>2933</b>	<b>100%</b>	<b>1150</b>	<b>100%</b>

*Tabla 7. Densidad poblacional y porcentual del primer monitoreo superficial de septiembre*

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>D. caudata</i>	-	-	10	1%	-	-	-	-
<i>C. furca var furca</i>	72	15%	165	14%	10	4%	62	12%
<i>C. fusus</i>	155	32%	165	14%	93	33%	41	8%
<i>C. candelabrum</i>	-	-	93	8%	21	8%	52	10%
<i>C. falcatiforme</i>	-	-	21	2%	-	-	-	-
<i>C. trichoceros</i>	114	24%	176	15%	93	33%	41	8%
<i>C. massiliense</i>	-	-	-	-	-	-	2	12%
<i>C. extensum</i>	10	2%	-	-	21	8%	93	18%
<i>C. tripos</i>	-	-	176	15%	10	4%	52	10%
<i>C. declinatum</i>	-	-	31	3%	-	-	-	-
<i>C. longirostrum</i>	-	-	-	-	-	-	21	4%
<i>C. balechii</i>	-	-	10	1%	-	-	21	4%

<i>C. macroceros</i>	93	19%	176	15%	21	8%	10	2%
<i>C. dens</i>	10	2%	21	2%	10	4%	10	2%
<i>C. falcatum</i>	10	2%	-	-	-	-	10	2%
<i>P. grande</i>	-	-	21	2%	-	-	31	6%
<i>P. depressum</i>	-	-	83	7%	-	-	-	-
<i>P. conicum</i>	-	-	10	1%	-	-	-	-
<i>P. oceanicum</i>	-	-	10	1%	-	-	-	-
<i>Ceratocorys horrida</i>	21	4%	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>485</b>	<b>100%</b>	<b>1168</b>	<b>100%</b>	<b>279</b>	<b>100%</b>	<b>506</b>	<b>100%</b>

*Tabla 8. Densidad poblacional y porcentual del segundo monitoreo superficial de septiembre*

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>C. furca var furca</i>	103	23%	41	14%	144	12%	103	11%
<i>C. fusus</i>	144	33%	52	17%	258	22%	114	12%
<i>C. longirostrum</i>	-	-	21	7%	-	-	-	-
<i>C. falcatiforme</i>	-	-	-	-	-	-	83	9%
<i>C. porrectum</i>	41	9%	21	7%	-	-	41	4%
<i>C. massiliense</i>	21	5%	31	10%	103	9%	31	3%
<i>C. tripos</i>	31	7%	-	-	31	3%	52	6%

<i>C. declinatum</i>	-	-	10	3%	-	-	10	1%
<i>C. dens</i>	-	-	21	7%	-	-	0	0%
<i>C. macroceros</i>	72	16%	52	17%	144	12%	176	19%
<i>C. candelabrum</i>	-	-	-	0%	10	1%	-	-
<i>C. trichoceros</i>	-	-	41	14%	134	11%	269	29%
<i>C. balechii</i>	31	7%	10	3%	31	3%	10	1%
<i>P. grande</i>	-	-	10	3%	-	-	-	-
<i>Ceratocorys horrida</i>	-	-	-	-	31	3%	-	-
<i>Pyrophacus steinii</i>	-	-	-	-	21	2%	-	-
<i>P. depressum</i>	-	-	-	-	176	15%	-	-
<i>C. falcatum</i>	-	-	-	-	103	9%	31	3%
<b>TOTAL</b>	<b>443</b>	<b>100%</b>	<b>300</b>	<b>100%</b>	<b>1186</b>	<b>100%</b>	<b>920</b>	<b>100%</b>

*Tabla 9. Densidad poblacional y porcentual del primer monitoreo vertical de septiembre*

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>D. caudata</i>	27	1%	110	5%	-	-	-	-
<i>C. furca</i>	137	7%	192	8%	192	17%	274	9%
<i>C. fusus</i>	603	29%	274	12%	-	-	959	31%

<i>C. falcatiforme</i>	-	-	55	2%	-	-	-	-
<i>C. porrectum</i>	27	1%	110	5%	-	-	-	-
<i>C. balechii</i>	-	-	27	1%	-	-	-	-
<i>C. tripos</i>	466	22%	274	12%	110	10%	247	8%
<i>C. dens</i>	-	-	110	5%	27	2%	329	11%
<i>C. macroceros</i>	274	13%	55	2%	137	12%	274	9%
<i>C. candelabrum</i>	27	1%	82	4%	55	5%	55	2%
<i>C. trichoceros</i>	301	14%	548	24%	466	40%	795	26%
<i>C. massiliense</i>	137	7%	27	1%	55	5%	-	-
<i>C. declinatum</i>	-	-	192	8%	27	2%	27	1%
<i>C. extensum</i>	27	1%	-	-	-	-	27	1%
<i>P. depressum</i>	27	1%	55	2%	82	7%	-	-
<i>P. oceanicum</i>	-	-	27	1%	-	-	-	-
<i>Ceratocorys horrida</i>	-	-	55	2%	-	-	27	1%
<i>O. thumii</i>	27	1%	27	1%	-	-	27	1%
<i>O. steinii</i>	-	-	54	2%	-	-	-	-
<i>Pyrophacus steinii</i>	-	-	0	0%	-	-	55	2%
<b>TOTAL</b>	<b>2080</b>	<b>100%</b>	<b>2274</b>	<b>100%</b>	<b>1151</b>	<b>100%</b>	<b>3096</b>	<b>100%</b>

Tabla 10. Densidad poblacional y porcentual del segundo monitoreo vertical de septiembre

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>D. caudata</i>	55	3%	-	-	603	18%	-	-
<i>C. furca</i>	164	8%	548	22%	301	9%	384	21%
<i>C. fusus</i>	658	33%	247	10%	603	18%	164	9%
<i>C. falcatiforme</i>	192	10%	521	21%	328	10%	110	6%
<i>C. porrectum</i>	27	1%	-	-	-	-	55	3%
<i>C. balechii</i>	-	-	82	3%	27	1%	-	-
<i>C. tripos</i>	27	1%	-	-	55	2%	329	18%
<i>C. dens</i>	-	-	-	-	55	2%	137	8%
<i>C. macroceros</i>	137	7%	164	7%	384	11%	192	11%
<i>C. candelabrum</i>	55	3%	-	-	55	2%	82	5%
<i>C. trichoceros</i>	384	19%	521	21%	576	17%	274	15%
<i>C. massiliense</i>	164	8%	-	-	27	1%	55	3%
<i>C. declinatum</i>	-	-	110	4%	110	3%	-	-
<i>C. extensum</i>	-	-	164	7%	-	-	-	-
<i>P. depressum</i>	82	4%	55	2%	302	9%	-	-
<i>P. grande</i>	-	-	27	1%	-	-	-	-
<i>Ceratocorys horrida</i>	-	-	27	1%	-	-	-	-
<i>C. falcatum</i>	27	1%	-	-	55	2%	27	1%
<i>O. steinii</i>	-	-	-	-	27	1%	-	-
<i>Pyrophacus steinii</i>	-	-	-	-	55	2%	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1972</b>	<b>100%</b>	<b>2466</b>	<b>100%</b>	<b>3426</b>	<b>100%</b>	<b>1809</b>	<b>100%</b>

Tabla 11. Densidad poblacional del primer monitoreo superficial de octubre

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>D. caudata</i>	124	15%	41	6%	62	12%	10	2%
<i>C. furca</i> var <i>furca</i>	83	10%	124	19%	114	23%	93	16%
<i>C. fusus</i>	310	37%	83	13%	134	26%	124	21%
<i>C.</i> <i>longirostrum</i>	52	6%	10	2%	-	-	72	12%
<i>C. falcatiforme</i>	52	6%	62	9%	10	2%	52	9%
<i>C. porrectum</i>	62	7%	41	6%	-	-	21	4%
<i>C. massiliense</i>	41	5%	21	3%	31	6%	-	-
<i>C. tripos</i>	31	4%	10	2%	21	4%	10	2%
<i>C. declinatum</i>	10	1%	21	3%	-	-	-	-
<i>C. dens</i>	21	3%	10	2%	10	2%	21	4%
<i>C. macroceros</i>	31	4%	31	5%	41	8%	10	2%
<i>P. steinii</i>	-	-	21	3%	21	4%	10	2%
<i>P. conicum</i>	10	1%	21	3%	10	2%	31	5%
<i>C. balechii</i>	-	-	103	16%	21	4%	41	7%
<i>P. oceanicum</i>	10	1%	-	-	31	6%	83	14%
<i>Ornithocercus</i> <i>steinii</i>	-	-	62	9%	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>837</b>	<b>100%</b>	<b>661</b>	<b>100%</b>	<b>506</b>	<b>100%</b>	<b>578</b>	<b>100%</b>

Tabla 12. Densidad poblacional de segundo monitoreo superficial de octubre

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>C. furca var furca</i>	176	28%	228	26%	41	7%	155	18%
<i>C. fusus</i>	31	5%	52	6%	72	12%	41	5%
<i>C. longirostrum</i>	0	0%	31	4%	10	2%	21	2%
<i>C. falcatiforme</i>	10	2%	31	4%	10	2%	10	1%
<i>C. porrectum</i>	31	5%	-	-	-	-	21	2%
<i>C. massiliense</i>	21	3%	103	12%	72	12%	83	10%
<i>C. tripos</i>	41	7%	52	6%	21	4%	41	5%
<i>C. declinatum</i>	-	-	-	-	31	5%	31	4%
<i>C. dens</i>	62	10%	41	5%	10	2%	41	5%
<i>C. macroceros</i>	41	7%	103	12%	134	22%	72	8%
<i>C. candelabrum</i>	-	-	52	6%	21	4%	52	6%
<i>C. extensum</i>	-	-	-	-	10	2%	21	2%
<i>C. trichoceros</i>	72	12%	145	17%	62	10%	103	12%
<i>C. balechii</i>	10	2%	21	2%	10	2%	21	2%
<i>P. grande</i>	-	-	10	1%	21	4%	-	-
<i>P. depressum</i>	103	17%	-	-	52	9%	41	5%
<i>P. oceanicum</i>	10	2%	-	-	-	-	103	12%
<i>P. conicum</i>	10	2%	-	-	21	4%	10	1%
<b>TOTAL</b>	<b>618</b>	<b>100%</b>	<b>869</b>	<b>100%</b>	<b>598</b>	<b>100%</b>	<b>867</b>	<b>100%</b>

*Tabla 13. Densidad poblacional y porcentual del primer monitoreo vertical octubre*

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>D. caudata</i>	82	8%	-	-	27	2%	-	-
<i>C. furca var furca</i>	192	19%	247	29%	301	21%	219	13%
<i>C. fusus</i>	274	27%	137	16%	274	19%	356	21%
<i>C. longirostrum</i>	55	5%	82	10%	27	2%	82	5%
<i>C. falcatiforme</i>	27	3%	137	16%	55	4%	109	7%
<i>C. porrectum</i>	-	-	27	3%	27	2%	82	5%
<i>P. conicum</i>	27	3%	55	6%	55	4%	439	26%
<i>C. balechii</i>	55	5%	-	-	384	27%	55	3%
<i>C. tripos</i>	27	3%	137	16%	55	4%	27	2%
<i>C. trichoceros</i>	82	8%	27	3%	-	-	137	8%
<i>C. candelabrum</i>	55	5%	-	-	137	10%	27	2%
<i>C. massiliense</i>	137	14%	-	-	82	6%	137	8%
<b>TOTAL</b>	<b>1013</b>	<b>100%</b>	<b>849</b>	<b>100%</b>	<b>1424</b>	<b>100%</b>	<b>1670</b>	<b>100%</b>

*Tabla 14. Densidad poblacional y porcentual de segundo monitoreo vertical de octubre*

<b>Especies</b>	<b>Est. 1</b>	<b>%</b>	<b>Est. 2</b>	<b>%</b>	<b>Est. 3</b>	<b>%</b>	<b>Est. 4</b>	<b>%</b>
<i>D. caudata</i>	55	2%	-	-	27	1%	-	-
<i>C. furca</i>	274	11%	548	20%	164	6%	164	13%
<i>C. fusus</i>	383	16%	192	7%	-	-	110	9%
<i>C. longirostrum</i>	109	4%	-	-	27	1%	54	4%

<i>C. falcatiforme</i>	55	2%	82	3%	-	-	-	-
<i>P. conicum</i>	27	1%	-	-	55	2%	-	-
<i>C. balechii</i>	110	4%	27	1%	-	-	54	4%
<i>C. tripos</i>	55	2%	82	3%	110	4%	-	-
<i>C. dens</i>	27	1%	137	5%	274	11%	82	6%
<i>C. macroceros</i>	164	7%	301	11%	466	18%	301	23%
<i>C. candelabrum</i>	82	3%	109	4%	55	2%	27	2%
<i>C. trichoceros</i>	356	14%	274	10%	219	8%	110	9%
<i>C. massiliense</i>	191	8%	575	21%	466	18%	219	17%
<i>C. declinatum</i>	-	-	27	1%	274	11%	110	9%
<i>C. extensum</i>	27	1%	-	-	27	1%	27	2%
<i>P. steinii</i>	137	6%	-	-	27	1%	-	-
<i>P. depressum</i>	411	17%	301	11%	411	16%	27	2%
<i>P. oceanicum</i>	-	-	27	1%	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>2463</b>	<b>100%</b>	<b>2682</b>	<b>100%</b>	<b>2602</b>	<b>100%</b>	<b>1285</b>	<b>100%</b>

*Tabla 15. parámetros fisicoquímicos del primer monitoreo de agosto*

<b>Estación</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>	<b>Salinidad</b>	<b>Nitrito</b>	<b>Nitrato</b>	<b>Amonio</b>
1	24,7	7,8	30,1	0,01	0,12	0,02
2	26	7,7	30,8	0,02	0,2	0,01
3	26,4	7,7	31,4	0,01	0,96	0
4	26,2	7,7	31,4	0	0,08	0

*Tabla 16. parámetros fisicoquímicos del segundo monitoreo de agosto*

<b>Estación</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>	<b>Salinidad</b>	<b>Nitrito</b>	<b>Nitrato</b>	<b>Amonio</b>
1	27	7,8	32,6	0	0,25	0,04
2	26,6	7,8	32,7	0,01	0,32	0,02
3	26,1	7,6	33,1	0,01	0,46	0,01
4	26,4	7,7	31,5	0	0,62	0,01

*Tabla 17. parámetros fisicoquímicos del primero monitoreo de septiembre*

<b>Estación</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>	<b>Salinidad</b>	<b>Nitrito</b>	<b>Nitrato</b>	<b>Amonio</b>
1	26	7,9	32,7	0	0,45	0,02
2	22,7	7,9	32,7	0,01	0,52	0,03
3	28	7,8	33,3	0	0,55	0,01
4	24,4	7,8	32,5	0	0,67	0,01

*Tabla 18. parámetros fisicoquímicos del segundo monitoreo de septiembre*

<b>Estación</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>	<b>Salinidad</b>	<b>Nitrito</b>	<b>Nitrato</b>	<b>Amonio</b>
1	26	8	30	0	0,17	0
2	26,4	8,4	30,2	0	0,22	0,02
3	26,2	7,8	32	0,01	0,2	0,02
4	24	8,6	31,5	0	0,09	0,01

*Tabla 19. parámetros fisicoquímicos del primer monitoreo de octubre*

<b>Estación</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>	<b>Salinidad</b>	<b>Nitrito</b>	<b>Nitrato</b>	<b>Amonio</b>
1	26	7,7	31,5	0	0,18	0,03
2	26,3	7,7	31,7	0,01	0,26	0,02
3	26,2	7,8	32,2	0,01	0,49	0,01
4	26,3	7,9	31,4	0	0,35	0

*Tabla 20. parámetros fisicoquímicos del segundo monitoreo de octubre*

<b>Estación</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>	<b>Salinidad</b>	<b>Nitrito</b>	<b>Nitrato</b>	<b>Amonio</b>
1	26,5	7,8	31,2	0	0,16	0,02
2	26,1	7,9	32	0,01	0,28	0,02
3	26,2	7,7	31	0,01	0,35	0,01
4	25,9	7,7	31,9	0	0,26	0

*Tabla 21. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) superficial*

	<b>Est.1</b>	<b>Est.2</b>	<b>Est.3</b>	<b>Est.4</b>
N	24	24	24	24
Shapiro-Wilk W	0.7212	0.8113	0.7868	0.882
p(normal)	1,946E-05	0,0004526	0,0001804	0,00913

*Tabla 22. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) vertical*

	<b>Est.1</b>	<b>Est.2</b>	<b>Est.3</b>	<b>Est.4</b>
N	24	25	25	24
Shapiro-Wilk W	0.7373	0,7503	0,8257	0,8066
p (normal)	3,27E-02	3,75E-02	0,0006297	0,00037812

*Anexo 1. C. dens en cadena*



*Anexo 2. D. caudata (A) - C. falciforme (B)*



*Anexo 3. C. longirostrum*



*Anexo 4. C. conicum*



*Anexo 5. C. furca var furca*



*Anexo 6. C. fusus*



*Anexo 7. C. massiliense*



*Anexo 8. C. balechii*



*Anexo 9. C. trichoceros*



*Anexo 10. C. extensum*



*Anexo 11. C. declinatum*



*Anexo 12. C. candelabrum en cadena*



*Anexo 13. P. conicum*



*Anexo 14. P. steinii*



*Anexo 15. P. oceanicum*



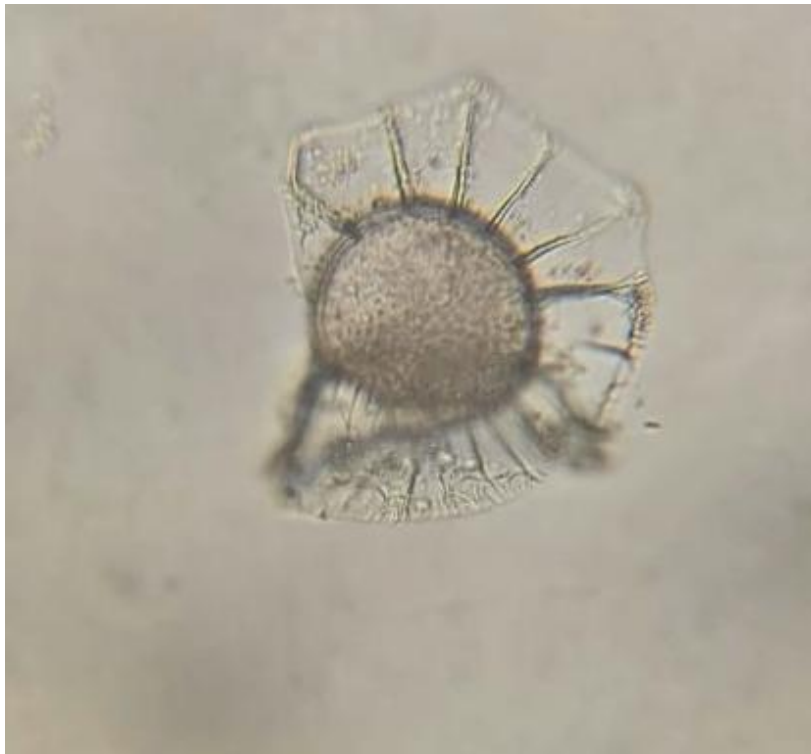
*Anexo 16. P. grande*



*Anexo 17. O. steinii*



*Anexo 18. O. thumii*



*Anexo 19. Pyrophacus steinii*



*Anexo 20. Ceratocorys horrida*



*Anexo 21. Recolección de muestra de dinoflagelados*



*Anexo 22. Arrastre vertical de dinoflagelados*



*Anexo 23. Arrastre superficial*



*Anexo 24. Toma de parámetros fisicoquímicos*



*Anexo 25. Identificación microscópica de dinoflagelados*



*Anexo 26. Ubicación de formol y tetraborato de sodio a las muestras de dinoflagelados.*



*Anexo 27. Permiso de recolección de muestras por parte del ANRPV*

Ministerio de Ambiente y Energía



**Autorización para recolección de muestras dentro del Área Nacional de Recreación Playas Villamil.**

Yo, Ing. SAILY HERNÁNDEZ QUINDE, Administradora del Área Nacional De Recreación Playas Villamil, autorizo a la estudiante Srta. **Mirabá González Katherine Isabel** con cédula de identidad N°245026386-4, realice el presente trabajo titulado: Abundancia y distribución de dinoflagelados y su relación con las variables fisicoquímicas en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil, el mismo se realizará en los meses de Agosto a Octubre, dentro de la franja marina del Área Protegida teniendo 4 zonas de muestreos, se utilizará la técnica de arrastre superficial con duración de 10min y arrastres verticales a 10m de profundidad con una red de fitoplancton con abertura de malla de 50 µm. Las muestras recolectadas serán codificadas, preservadas y se trasladarán al laboratorio la Universidad Estatal Península de Santa Elena para la identificación.

La estudiante Srta. **Mirabá González Katherine Isabel** durante el periodo de recolección de muestras tendrá el asesoramiento de Guardaparques del Área Protegida.

- Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de bioprospección, ni acceso al recurso genético.

Atentamente.



Ing. Saily Hernández Quinde  
**Administradora del ANRPV.**  
Ministerio de Ambiente y Energía.

Santa Elena 29 de noviembre 2025

La suscrita **Blga. Etelvina Vera Borbor, M.Sc. Investigadora Oceanográfica y en calidad de especialista en Fitoplancton (Diatomeas y Dinoflagelados) desde el 2004 y en funciones**

**CERTIFICO:**

Que la señorita **Miraba González Katherine Isabel** con C.I. **2450263864** realizó su periodo de investigación desde el mes de agosto hasta octubre 2025, en base al proyecto para su titulación, cuyo tema es **"Distribución y Abundancia de Dinoflagelados y su relación con las variables fisicoquímicas en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil.**

Que la señorita **Miraba González Katherine Isabel**, solicitó la colaboración de la suscrita para validar la determinación taxonómica de este grupo de fitoplancton en particular.

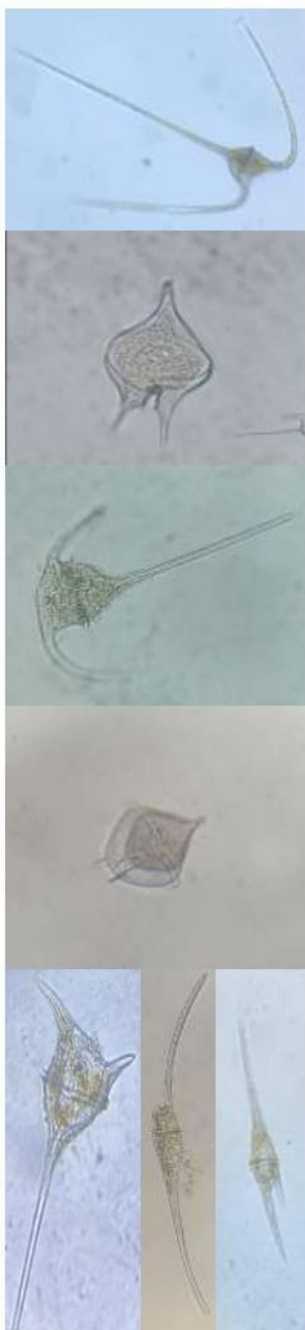
Para el estudio de los Dinoflagelados la suscrita validó la corroboración de forma voluntaria, identificándose 25 especies de Dinoflagelados, las especies fueron enviadas en forma fotográficas, todas encontradas en la Zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil. Este conocimiento es de gran valor ecológico para el sector.

Por lo que doy fe y testimonio de lo antes mencionado, por solicitud de la interesada.

**Atentamente**



**Blga. Etelvina Vera Borbor, M.Sc.**  
**C.I. 0917518458**  
**Investigador Oceanografía Biológica**  
**Telef. 0981023453**  
**E-mail: everabor@yahoo.com**



*Anexo 29. Permiso otorgado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*



Ministerio del Ambiente, Agua  
y Transición Ecológica

**AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 707**

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

**1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA**

**2.- CÓDIGO**

MAATE-ARSFC-2025-0707

**3.- DURACIÓN DEL PROYECTO**

FECHA INICIO	FECHA FIN
2025-08-30	2026-02-28

**4.- COMPONENTE A RECOLECTAR**

Chromista
-----------

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

**5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION**

Nº de C./Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
0910798750	ANDRADE RUIZ EUFREDO CARLOS	Ecuatoriana	1006-12-746605		Dinophyceae;Noctilucea

**6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:**

**Nombre del Proyecto:** Distribución y abundancia de dinoflagelados y su relación con las variables fisicoquímicas en la zona marina del Área Nacional de Recreación Playas Villamil

**7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:**